

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ**

**Кафедра фізичної географії**

На правах рукопису

**ВОРОБІЙОВ ІВАН ВОЛОДИМИРОВИЧ**

**СПЕЛЕОРЕСУРСИ ПРОЕКТОВАНОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
ПРИРОДНОГО ПАРКУ “ЧАТИРДАГ”**

Спеціальність 106 “Географія”  
Освітня програма “Географія”

Робота для здобуття освітнього рівня “Бакалавр”

Науковий керівник:  
**МІЩЕНКО ОЛЕНА ВІТАЛІЇВНА**  
кандидат географічних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ  
Протокол № \_\_\_\_  
Засідання кафедри фізичної географії  
від 10 червня 2024р.

Завідувач кафедри  
проф. Фесюк О. В. \_\_\_\_\_

**ЛУЦЬК – 2024**

## АНОТАЦІЯ

Воробйов І. В. Спелеоресурси проектованого національного природного парку “Чатирдаг”.

Спелеотуристський потенціал Криму складає 1200 карстових печер, що мають паспорти в регіональному кадастрі Українського інституту спелеолології та карстології. Серед територій та об’єктів природно-заповідного фонду Криму, що включають 2 заповідника і 73 пам’ятки природи геологічної спрямованості, понад 40 припадає на карстові печери.

Своєрідністю поверхневого карстового рельєфу є вирви і улоговини (корозійні, корозійно-ерозійні, корозійно-гравітаційні), яких на Головній гряді сформувалось більше 5000.

“Чатир-Даг” – платоподібний гірський масив у Головній гряді Кримських гір, складений вапняками з типовим карстовим рельєфом. За кількістю ендеміків Чатир-Даг має першість серед яйл півострова.

Карстово-спелеологічний масив Чатирдаг має досить складний рельєф, сприятливий для розвитку різних видів спорту та туристичної діяльності. Тут створено туристично-екскурсійний спелеокомплекс “Печера Мармурова”, який має функціональне зонування.

Під час створення проектованого національного природного парку першочерговим завданням є встановлення диференційованого режиму охорони і використання карстово-спелеологічних об’єктів.

Оцінювання концентрації печер Гірського Криму, які мають заповідний статус на одиницю площі засвідчує найвищий показник саме в межах Чатирдагського масиву (0,20 печер/км<sup>2</sup>).

В роботі окреслено можливий вплив екскурсійної експлуатації карстових порожнин, який може призводити до істотних змін параметрів печерного середовища.

**Ключові слова:** спелеоресурси, гірський масив “Чатир-Даг”, карст, національний природний парк, охорона природи.

## SUMMARY

Vorobyov I. V. Speleological resources of the projected national natural park “Chatyrdag”

The speleotourism potential of Crimea is 1,200 karst caves that have passports in the regional cadastre of the Ukrainian Institute of Speleology and Karstology. Among the territories and objects of the natural reserve fund of Crimea, which include 2 reserves and 73 natural monuments of geological orientation, more than 40 are karst caves.

Peculiarities of the surface karst relief are gullies and hollows (corrosive, corrosion-erosive, corrosion-gravitational), of which more than 5,000 formed on the Main Ridge.

“Chatyr-Dag” is a plateau-like mountain massif in the Main Range of the Crimean Mountains, composed of limestones with a typical karst relief. In terms of the number of endemics, Chatyr-Dag is the first among the Yails of the peninsula.

The Chatyrdag karst and speleological massif has a rather complex topography, which is favorable for the development of various types of sports and tourist activities. A tourist and excursion speleocomplex “Marmurova Cave” has been created here, which has functional zoning.

During the creation of the planned national natural park, the primary task is to establish a differentiated regime of protection and use of karst and speleological objects.

The assessment of the concentration of caves of the Mountainous Crimea, which have a protected status per unit of area, shows the highest indicator within the Chatyrdag massif (0.20 caves/km<sup>2</sup>).

The work outlines the possible impact of excursion exploitation of karst cavities, which can lead to significant changes in the parameters of the cave environment.

**Keywords:** cave resources, Chatyr-Dag mountain range, karst, national natural park, nature protection.

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СВІТОВИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ КАРСТОВИХ ПЕЧЕР	7
1.1. Поняття спелеоресурси	7
1.2. Спелеоресурси зарубіжних країн	8
1.3. Національні парки карстових територій	13
РОЗДІЛ 2. ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРСТОВИХ МАСИВІВ ГІРСЬКОГО КРИМУ (НА ПРИКЛАДІ “ЧАТИРДАГУ”)	17
2.1. Карстові печери Гірського Криму	17
2.2. Геоморфологічна будова Чатирдагу	27
2.3. Дослідження та використання карстових порожнин Чатирдагу	29
РОЗДІЛ 3. ГЕОГРАФІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГІЧНОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ “ЧАТИРДАГ”	35
3.1. Проблеми та основні напрями природокористування	35
3.2. Геоекологічні аспекти функціонування	40
РОЗДІЛ 4. ПЕРСПЕКТИВИ ФОРМУВАННЯ ТУРИСТСЬКИХ СПЕЛЕОКОМПЛЕКСІВ В ГІРСЬКОМУ КРИМУ	48
4.1. Перспективні райони формування	48
4.2. Заходи щодо обмеження впливу антропогенних чинників на підземний ландшафт проєктованого карстово-спелеологічного національного природного парку “Чатирдаг”	52
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Спелеотуристський потенціал Криму складає 1200 карстових печер, що мають паспорти в регіональному кадастрі Українського інституті спелеолології та карстології. Серед територій та об'єктів природно-заповідного фонду Криму, що включають 2 заповідника і 73 пам'ятки природи геологічної спрямованості, понад 40 припадає на карстові печери. Актуальність роботи зумовлена низкою невирішених проблем, що склалися в полі охорони та використання карстових печер. Потреба у вирішенні цих проблем пов'язана з неконтрольованим антропогенним впливом на печери Криму, обумовлений інтенсивним розвитком туризму та широкому залученню рекреаційних спелеоресурсів у сферу комерційного використання, а також слабким вивченням цього питання українськими науковцями. Вразливість природного середовища карстових печер, невідтворюваність пов'язаних з ними спелеоресурсів вимагає розробки науково обгрунтованих заходів щодо їх охорони і раціонального природокористування.

У цих умовах набуло особливої актуальності завдання щодо створення методики об'єктивної природоохоронної оцінки карстових порожнин, удосконалення моніторингу, проектування туристсько-екскурсійних спелеокомплексів (ТЕСК) на основі печер Криму.

**Мета і завдання дослідження.** Метою кваліфікаційної роботи – визначення сучасного стану і перспектив створення національного природного парку “Чатирдаг”.

Відповідно до поставленої мети сформульовано такі завдання:

- дослідити зміст поняття спелеоресурси та проаналізувати світовий досвід використання карстових печер;
- охарактеризувати геоecологічні особливості карстових масивів Гірського Криму, зокрема “Чатирдагу”;
- здійснити географічне обгрунтування створення карстово-спелеологічного національного природного парку “Чатирдаг”;

– визначити перспективи формування туристських спелеокомплексів Гірського Криму й розробити заходи щодо обмеження впливу антропогенних чинників на досліджуваний підземний ландшафт.

**Об'єктом** дослідження є спелеоресурси карстового масиву “Чатирдаг”.

**Предметом** дослідження – фізико-географічні особливості, передумови й доцільність створення національного природного парку “Чатирдаг”.

**Методи дослідження.** Методологічною основою дипломної роботи стали наукові праці присвячені дослідженню карстових порожнин Гірського Криму, зокрема В. Дублянського, Б. Вахрушева, Ю. Шутова, А. Климчука, К. Лук'яненко. Базовими методами дослідження стали – структурно-логічного узагальнення та системного аналізу, порівняльно-географічний, графічний. Обробка та візуалізація аналітичної інформації здійснені за допомогою комп'ютерних методів, зокрема використання цифрових версій карт в форматі ГІС MapInfo 9.0.

**Наукова новизна роботи.** Охарактеризовано перспективні території для створення карстово-спелеологічних національних природних парків.

**Практичне значення.** Результати досліджень можуть бути використані в навчальному процесі при вивченні курсів “Фізичної географії України”, “Прикладного ландшафтознавства”, написанні курсових та кваліфікаційних робіт.

**Обсяг і структура роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, 4 розділів, висновку, списку використаних джерел (51 найменувань). Робота викладена на 59 сторінках комп'ютерного тексту, проілюстрована 6-ма рисунками, 7-ма таблицями.

## РОЗДІЛ 1.

### СВІТОВИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ КАРСТОВИХ ПЕЧЕР

#### 1.1. Поняття спелеоресурси

Геологічні явища, пов'язані з розчиненням і розмивом водою гірських порід із утворенням у них великих ходів і порожнин, називають карстовими, або карстом, а райони їх розвитку – карстовими областями. Карст займає 50 млн. км<sup>2</sup> поверхні Землі. До інтенсивного картування схильні карбонати (вапняк, крейда, доломіт), сульфати (гіпс, ангідрид) і галоїди. У місцях виходу карстових вод на денну поверхню утворюються ніші, гроти, які сполучені горизонтальними каналами і вертикальними ходами. Подекуди такі канали розширюються до великих порожнин утворюючи печери.

Розвиток ландшафтознавчого напрямку в карстології отримав завдяки науковим працям грузинського вченого Л. І. Маруашвілі, який дослідив компонентні складові кавказьких печер, їх взаємозв'язок, що обумовлює спелеолашафтогенез. У Гірському Криму такими дослідженнями займалися Б. Вахрушев [6], В. Дублянський [10], К. Лук'яненко [16], Г. Бачинський, В. Дублянський [3; 4]. Таким чином у карстології розвивається напрям відповідно якого до спелеоресурсів відносять компоненти карстових порожнин, які мають матеріальний вираз та можуть використовуватись людиною для задоволення потреб. Отже, усю сукупність видів спелеоресурсів, як використовує людина можна назвати спелеоресурсний потенціал. Карстові порожнини необхідно розглядати як інтегральні ресурси, які несуть певні матеріальні блага, де кожен окремо взятий ресурс тісно пов'язаний з іншим.

Для оцінки карстових порожнин, як можливих об'єктів рекреаційних та туристських спелеокомплексів необхідно визначити екологічні умови їх середовища, наявність географічних раритетів, природоохоронний статус. Використання карстових порожнин для отримання економічної вигоди

повинні ґрунтуватись на наукових підходах, що є основою раціонального та збалансованого природокористування в карстових областях.

В Україні найбільшу кількість печер вивчено у Гірсько-Кримській і Підільсько-Буковинській карстових областях. Саме тут переважають малі (довжиною до 100 м., або глибиною до 20 м.) і значні (довжиною 100-500 м.. або глибиною 20-100 м.). До великих віднесено печери довжиною близько 500 м. і/або глибиною понад 100 м. Таких печер в Україні відомо 60, що становить 5,5% від їх загальної кількості [22; 25].

Велике значення для ефективного використання спелеоресурсного потенціалу території країни має сприятливе поєднання економічної та природоохоронної політики.

## **1. 2. Спелеоресурси зарубіжних країн**

У різних країнах світу сформувався великий досвід законодавчих норм щодо охорони печер і карстових територій. Спеціальні законодавчі акти щодо печер та карстових територій приймаються зазвичай на рівні місцевої влади (провінцій, земель, штатів). Вирішення питання про охорону печер і їх раціональної експлуатації вперше на загальнодержавному рівні було зроблено в США. Рішення про підготовку цього законопроекту було ухвалено Бюро Національного спелеологічного товариства в 1982 році. Національна спелеологічна спілка США (NSS) створено в 1941 р. NSS є найбільшою у світі організацією, що займається вивченням та охороною печер. Товариство об'єднує близько 10 тис. осіб: науковців і фахівців, широкі кола спелеологів-аматорів. Діяльність NSS охоплює практично всі аспекти науки, практики, рекреації та аматорські інтереси, пов'язані з вивченням, охороною та використанням печер. У рамках товариства діють національні комітети, що вирішують певні організаційні питання. Крім NSS в США існує ряд інших активних спелеологічних організацій: зокрема, фонд дослідження печер (CRF) – створений в 1957 р. як громадська організація, що координує розвідку, картування і комплексне дослідження печер у районі національного



парку Мамонтової печери. В сферу діяльності SRF були включені багато інших національних печерних парків США. У всіх цих національних парках функціонують наукові відділи, які забезпечують всебічне вивчення карсту і печер регіонів. Спеціальні дослідження в області карстознавства і спелеології проводять багато університетів.

У деяких з них, розташованих поблизу карстово-спелеологічних парків, створені спеціальні карстові лабораторії і інститути [27]. Після 6 років напруженої цілеспрямованої роботи Національного спелеологічного товариства США в 1988 р. був внесений законопроект про охорону печерних ресурсів, який був схвалений сенатом і палатою представників. У жовтні 1988 р. Законопроект був підписаний Президентом США Р. Рейганом і став першим у світі законом про охорону та використання печер.

Одним з світових досягнень у законодавства щодо питання охорони і раціонального використання печер стало прийняття Міжнародною комісією з Національних парків і охоронних територій Всесвітнього Союзу збереження (The World Conservation Union – IUCN) при сприянні ЮНЕСКО важливого документа – “Керівні принципи охорони печер і карсту” (Guidelines for cave and karst protection, IUCN, 1996). IUCN, створено в 1948 р. до 2000 року об’єднав під егідою своєї діяльності різні суспільні, професійні, наукові організації і агентства широкого діапазону діяльності, а також інші неурядові організації в світовому партнерстві. Його членами стало понад 800 організацій з 125 країн світу. IUCN як всесвітня організація впливає, заохочує і допомагає різним організаціям у всьому світі зберігати цілісність і розвиток природи, контролювати, щоб будь-яке використання природних багатств було раціонально і екологічно чистим. IUCN також сприяє розвитку світового туризму і туристської економічно ефективною інфраструктури. Розробка проекту “Керівні принципи з охорони печер і карсту” була розпочата на Конгресі країн, що розвиваються (м. Каракас, Венесуела, 1991 р.). На цьому Міжнародному конгресі вперше карстово-спелеологічні об’єкти були віднесені до природних об’єктів особливого рангу, що

вимагають спеціального підходу в охороні та використанні, була обґрунтована необхідність прийняття керівного документу світового масштабу.

“Керівні принципи з охорони печер і карсту” були розроблені і прийняті як документ, що визначають стратегію держав у діяльності охорони та раціонального використання карстових регіонів. У документі міститься обґрунтування особливого ставлення до печер і карсту, як до природних унікальних об’єктів, особливо вразливих з боку діяльності людини. “Керівні принципи охорони печер і карсту” [6] були також підготовлені як ряд рекомендацій до проектувальників, менеджерів і користувачам карстово-спелеологічних об’єктів. У даному документі міститься ряд апробованих у різних карстових регіонах практичних рекомендацій щодо раціонального використання карстово-спелеологічних об’єктів. Найважливішими напрямками охорони та раціонального використання, як свідчить світовий досвід, є їх благоустрій та експлуатація. У багатьох країнах на базі печер створені і функціонують великі центри туристської індустрії, що мають важливе економічне значення. Великі масштаби спелеологічної діяльності та практичного використання печер у США зумовили формування та розвиток спеціального напрямку, що охоплює наукові, екологічні, інженерні, управлінські, економічні аспекти освоєння печер – управління печерами (кейвменеджмент). У США накопичено величезний досвід в цій галузі.

За даними Міжнародного спелеологічного союзу в даний час у світі впорядковано та експлуатується понад 1000 екскурсійних печер, які щорічно відвідує до 26 млн. чоловік, з яких 32 порожнини 11 млн. чоловік [8]. У Зарубіжній Європі кількість туристсько-екскурсійних печер сягає 336 табл.1.1.

Не всі печери, перераховані вище, карстові. Багато некарстових печер у Великобританії, де в рекреаційних зонах для демонстрації підземного світу використовуються різні закинуті розробки корисних копалин. У печерах, де це необхідно, є електричне освітлення, організовані спеціальні доріжки,

проведені різні комунікації. При спелеокомплексі влаштовані автомобільні стоянки, сувенірні магазини, бари, ресторани, кафе. У деяких печерах функціонують танцмайданчики і концертні зали.

Таблиця 1.1

Кількість екскурсійних печер в Зарубіжній Європі [8]

Країна	Кількість екскурсійних печер	Країна	Кількість екскурсійних печер
Австрія	21	Італія	34
Бельгія	10	Мальта	2
Болгарія	6	Монако	1
Великобританія	42	Польща	1
Венгрія	4	Португалія	1
Германія	41	Франція	100
Греція	6	Чехія і Словачія	24
Іспанія	14	Країни колишньої Югославії	20
Всього	336		

На території країн СНД до 1991 р. найбільшою популярністю і відвідуваністю виділялася Ново-Афонська карстова печера (Абхазія), яка відзначена рекордною кількістю відвідувачів – більше 1 млн. осіб на рік. На території України в даний час обладнано для відвідування на різному технічному рівні близько 10 карстових печер і комплекс не карстових порожнин, що входять в комплекс рукотворних культових печер Києво-Печерського монастиря (щорічно Лаврські печери відвідує 1 млн. 200 тис. осіб). В Африці найбільш відома печера Канг на півдні континенту, яку ще в 1968 році відвідало 150 тис. осіб. Дані щодо Зарубіжної Азії найменш повні. Туристські печери є в Туреччині, Лівані, Китаї, Північній і Південній Кореї, Малайзії, Таїланді, Лаосі, В'єтнамі, Індії, Шрі-Ланці та ін У Японії карстові печери, печери у вулканічних відкладеннях, в прибіжних нішах використовуються для організації екскурсій. Найбільш відома карстова печера Акіосі на острові Хонсю, яку в рік відвідує до 0,5 млн. чоловік. Величезний спелеоресурсний потенціал мають печери Філіппін, які зараз

обладнуються для екскурсійного відвідування, на основі деяких з них створюються національні парки.

В Австралії відома екскурсійна печера Кута-Кута. На острові Тасманія, в південній його частині, екскурсійною печерою світу є Гастингс. Щорічно її відвідує 40 тис. осіб. Уряд Нової Зеландії планує обладнати 8 екскурсійних печер. Найбільш відома печера Уейтомо [28]. У Тихому океані є відомості про дві екскурсійні печери на Гаваях. У Західній півкулі найбільш відомі екскурсійні печери США, Бермудських островів, Мексики, Куби, о. Аруба, Гватемали, Венесуели, Колумбії [8].

Лідером за кількістю обладнаних екскурсійних печер у світі є США, хоча спелеологія стала розвиватися тут значно пізніше ніж в інших регіонах світу. Різною мірою на території США обладнано та експлуатується 354 печери і крім того, дві вже згадані на Гавайських островах. До 90-х років минулого століття з цієї кількості функціонує близько 250 екскурсійних печер. Найбільшою популярністю і відвідуваністю більше 500 тис. осіб на рік характеризуються Мамонтова печера і Карлсбадська. Печери Мамонтова (штат Кентуккі) і Карлсбадская (штат Нью-Мексико), а також печера Вітрова (штат Південна Дакота) послужили основою створення національних парків. Понад 40 печер та їх груп з'явилися базою для створення спеціальних національних парків, парків штатів або увійшли в комплексні заповідники. Навколо вищеназваних печер США, а також печери Постойна в Словенії склалася туристська інфраструктура, що забезпечує добробут цілих економічних регіонів. Будучи, по суті, унікальними природними утвореннями, карстові порожнини здавна привертають до себе увагу вчених і туристів, стаючи найчастіше об'єктами рекреаційної діяльності. При цьому неминуче постає питання про їх охорону та раціональне використання. На сьогоднішній день у світі існує в основному дві форми охорони та експлуатації печер – державна і приватна. Державне володіння землею, і відповідно, розташованими в надрах цієї території спелеоб'єктів, застосовується в основному до найбільш унікальних печер або до тих із них,

що розташовані в межах національних парків та створені з причин, не пов'язаних, як правило, з карстовими процесами. У країнах з приватним землеволодінням національні парки і туристсько-екскурсійні спелеокомплекси нерідко створюються на землях великих фермерських господарств.

### **1.3. Національні парки карстових територій**

У великих карстових регіонах світу національні парки набули широкого поширення. Основою таких парків є карстові порожнини, що відрізняються своїми геолого-геоморфологічними та гідрологічними властивостями. Обгрунтовуючи виділення карстово-спелеологічного національного парку, як особливого типу природних національних парків, необхідно відзначити його високу ступінь наближення до структури музею природи. Будучи, по суті, унікальними природними утвореннями, карстові порожнини здавна привертають до себе увагу вчених і туристів, стаючи найчастіше об'єктами рекреаційної діяльності. Аналіз світового досвіду експлуатації туристсько-екскурсійних спелеокомплексів доводить вигідність і ефективність їх використання в рекреаційному господарстві, в тому числі їх функціонування в основі (або структурі) національних парків. Як показує світовий досвід, еталонами оптимального поєднання природоохоронних, просвітницьких та комерційних функцій екскурсійних печер служать ті з них, які діють у системі національних парків.

Найбільш відомими Національними парками світу, створеними на основі карстово-спелеологічних об'єктів, що відрізняються високим рівнем організації системи функціонування парку, а також найбільшою в світі відвідуваністю є згадані вище парки США. Найбільшу популярність має район Центрального Кентуккі, де розташована найдовша печерна система у світі. У єдину систему печерну входять раніше ізольовані печери: Мамонтова, Флінт-Рідж, Проктор, Роппел, утворюючи лабіринт протяжністю понад 530 км. Система являє собою багаторівневий комплекс галерей і залів,

з'єднаних вертикальними колодязями до 80 м глибиною. На базі печерної системи діє Національний парк “Мамонтова печера” федерального рівня. Парк проголошений 25 травня 1926 р., його площа (на поверхні) сягає 52,419 акрів. Щорічно парк відвідує понад 500 тис. чоловік. Парк, окрім основних природоохоронних заходів, наукових програм, припускає різні види активності для відвідувачів: 8 маршрутів по печері, вечірні фольклорні програми, екскурсії по території парку в супроводі гіда і самостійно. Щорічно науковим відділом та адміністрацією парку приймається менеджмент план, в якому висвітлюються і враховуються всі аспекти оптимального функціонування системи парку. Особливе місце в менеджмент-плані, не тільки парку “Мамонтова печера”, але і всіх інших карстово-спелеологічних національних парках приділяється організації контролю за відвідуваністю печери і моніторингу підземного ландшафту. У районі гір Гваделупі (штат Нью-Мексико) знаходиться “Карлсбадська” печерна система (протяжність 33,2 км, глибина 314 м) величезних залів і галерей. На базі печери діє карстово-спелеологічний національний парк федерального рівня. Парк заснований 25 жовтня 1925 р. Площа парку становить 46,755 акрів. Печера Карлсбадская обладнана на високому технічному рівні. Щорічно парк відвідує 800 тис. осіб. Національний парк “Карлсбадська печера” є основою економіки всього регіону. У районі Блек Хіллс (штат Південна Дакота) у проявах гідротермокарста знаходяться дві унікальні печери. Печера Уїнд (82 км) і печера Джюель (122 км). Печери відомі унікальними печерними утвореннями і мінералами. На базі печер діє національний парк “Печера Уїнд”. Парк проголошений у 1912 р., займає площу 28,292 акрів. Печера Джюель є Національним монументом. Печери обладнані на дуже високому технічному рівні. Для відвідувачів Національного парку передбачено велику кількість різноманітних атракцій: проїзд по спеціально відведеним трасах на автомобілі, велосипеді, коні; пішохідні туристські і скелелазні тури в супроводі гіда і самостійно, рибна ловля і т.п.) У багатьох карстово-спелеологічних національних парках і

спелеокомплексах печери використовуються комплексно за всіма напрямками рекреаційної діяльності. Практично у всіх карстово-спелеологічних національних парках і туристських спелеокомплексах проводиться цикл наукових спостережень за станом карстових об'єктів. Експлуатація карстових порожнин в якості екскурсійних комплексів є чинником, що здатний призвести до незворотніх змін в межах цього ландшафту. Аналіз щорічних менеджмент планів карстово-спелеологічних національних парків та інших спелеоекскурсійних об'єктів показав, що для мінімізації впливу антропогенних чинників на підземний ландшафт найбільш ефективним методом є організація постійного моніторингу середовища печери. Ведення постійного моніторингу середовища карстової порожнини, що відчуває на собі антропогенне навантаження, дозволяє проведення стаціонарних спостережень. На базі національних парків і спелеотуристських екскурсійних комплексів в даний час працює понад 100 спелеолабораторій. Спелеолабораторії крім функцій моніторингу печер вирішують ряд важливих наукових і науково-прикладних задач. На базі таких лабораторій проводяться дослідження в області інженерної геології, гідрогеології, геофізики, сейсмології, тектоніки та ін наук.

У спелеолабораторіях за останні десятиліття проведено цілий комплекс важливих експериментів по тривалості перебування під землею людини. Результати цих експериментів мають величезне практичне значення і допомагають вирішувати різні питання в галузі біоспелеології і спелеомедицини, відкривають нові можливості у вирішенні медико-біологічних проблем [8; 14]. Таким чином, карстові порожнини, а в ряді країн і підземні штучні виробки, є широко поширеними науковими, спортивно-екскурсійними і культурно-просвітницькими об'єктами. У багатьох країнах, розуміючи, що карстові печери та карстові ландшафти в цілому володіють високим рекреаційним, науковим і культурно-просвітницьким потенціалом, приймають спеціальні заходи по їх використанню та охороні. Крім США, загальнодержавний закон про охорону і використання печер був прийнятий і

в Чехословаччині (до поділу на дві держави). В інших країнах норми з охорони і використання печер входять до складу законів з охорони природи. Іноді законодавчі акти з охорони печер приймаються на рівні місцевої влади (провінцій, штатів, земель, областей). За щільністю карстових форм на одиницю площі, та наявності унікальних карстових явищ (карстова область Гірського Криму, карстові порожнини в гіпсах Придністров'я) Україна не поступається провідним спелеорегіонам світу (США, Західній Європі). Проте, в природоохоронному законодавстві України карстові порожнини практично не згадуються.

З огляду на широкий розвиток на Україні карстових явищ, наявність унікальних карстових об'єктів, беручи до уваги наявний світовий досвід, є очевидним факт необхідності створення в нашій державі територій особливого типу заповідання - карстово-спелеологічних природних національних парків.



## РОЗДІЛ 2.

### ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРСТОВИХ МАСИВІВ ГІРСЬКОГО КРИМУ (НА ПРИКЛАДІ “ЧАРТИРДАГУ”)

#### 2.1. Карстові печери Гірського Криму

Кримські гори знаходяться на півдні Кримського півострова і простягаються від мису Іллі на сході до мису Херсонес на заході. Довжина гірської системи 150 км, ширина – 50-60 км [18]. Гірська споруда представлена північною частиною мегантиклінорію, південне крило якого по тектонічних розломах опустилося під рівень Чорного моря. На будову поверхні Кримських гір впливають тектонічні процеси, літологія гірських порід, екзогенні процеси.

Орографічно тут чітко виділяються три гірські пасма Головне, Внутрішнє, Зовнішнє. Максимальні висоти Головного пасма сягають 1 545 м (г. Роман Кош), 1 540 м (г. Демір-Капу), 1 525 м (г. Еклізі-Бурун) [22]. В своїй основі гори складені тріасовими і юрськими породами: сланцями, пісковиками, вапняками. Головне пасмо утворене масивними вапняками юрського періоду. Тектонічними рухами, річищами річок воно розбите на окремі гірські масиви: Ай-Петрі, Ялтинську яйлу, Бабуган-яйлу, Чатир-Даг, Де-мерджі, Карабі-яйлу, що підносяться над Південним берегом Криму на 800 м [6].

У формуванні рельєфу Кримських гір основна роль належить тектонічним та денудаційним процесам. У районі Бахчисарая ними утворені долини, своєрідні гори -останці: Чуфуг-Кале, Мангут-Кале, Тепе-Кермен та інші. На Південному березі Криму трапляються вулканічні породи, якими складені масив Карадаг, г. Кастель, г. Аюдаг та інші. У приморській смузі Південного берега Криму хвилі інтенсивно підмивають пухкі породи, зносячи їх у моря. Тому берегова смуга, так потрібна для будівництва міст і курортів, руйнується. Від руйнування береги захищають інженерними спорудами [24].

Поширення карбонатних порід, тріщини і розломи в них, розчленованість рельєфу, достатня кількість опадів зумовили інтенсивний розвиток карсту й утворення різноманітних карстових форм : понор, лійок, польїв, карів, колодязів, шахт, печер, гротів.

Таким чином територія Гірського Криму є областю широкого розвитку карбонатного карсту. Карстові породи мають різний вік і в основному представлені вапняками, що створили безперервні розломи потужністю від 35-250 до 1000-1300 м, часто чергуються з некарстовими породами різного складу і потужності. На окремих ділянках карстові процеси мають місце у верхньоюрських конгломератах і четвертинних вапняних туфах. Породи мають строкатий хімічний склад (середній вміст  $\text{CaO} + \text{MgO}$  52,8%, нерозчинного залишку 4,2%). Найбільш закарстованими вважаються не шаруваті і товстошаруваті вапняки [25]. У межах Внутрішньої і Зовнішньої гряд карбонатні товщі утворюють моноклінальні структури, полоого занурюючись на північ. Водопроникність карстових порід визначається їх тектонічною тріщинуватістю. Переважають системи тріщин з простяганням 3000-3100 і 400-600 і 2600-2700 м. У палеогенових і неогенових вапняках зростає порова проникність [18].

Підземні води, що беруть участь у карстогенезі формуються під впливом інфільтрації інфлюації та конденсації. У Гірському Криму випадає від 450 до 1200 мм опадів. При конденсації утворюється від 7 до 12% вологи. Витрати на випаровування досягають 450-550 мм. Підземні води мають невисоку (до 80 С) температуру і низьку (150-400 мг / л) мінералізацію, що визначає їх значну карбонатну властивість [21].

Всі форми карстового рельєфу можна поділити на прості – що складаються з поєднання елементів рельєфу і створені, як правило, однією складовою денудації та складні, що складаються з декількох форм [1]. В формуванні останніх можуть брати участь декілька рельєфоутворюючих процесів. Складні форми в основному, мають більш великі розміри і можуть ініціювати (будучи місцевим базисом денудації) розвиток інших форм [3].

Своєрідністю поверхневого карстового рельєфу є воронки і улоговини (корозійні, корозійно-ерозійні, корозійно-гравітаційні), яких на Головній гряді сформувалось більше 5000 [6].

Ерозійні форми на плато представлені ярами і фрагментами стародавньої ярово-балкової мережі, а на схилах масивів – долинами річок, що мають звичайну для карстових районів морфологію [11]. У Байдарській долині відомі карстові залишки корозійної та ерозійно-тектонічного походження.

У передгірному Криму широко поширені корозійно-денудаційні ніші і готи в обривах куеста, що прорізають їх річкових долини. Підземні форми представлені карстовими порожнинами різного генезису [24].

*Таблиця 2.1*

Морфологічна класифікація поверхневих та підземних форм рельєфу Кримсько-Кавказької карстової країни загідно Б. Вахрушевим [6]

Морфологія	Генезис	Процеси	Морфографія
1	2	3	4
<b>Прості</b>			
Карри:			
жолобкові,	карстовий	корозія	вузькі жолобки
меандруючі	карстовий	корозія	борозди, лунки
борозняні	карстовий	корозія	
лункові	карстовий, еоловий;	корозія; видування;	циліндричні заглиблення
стінні	карстовий і карстово-ерозійний	корозія; ерозія;	крупні жолоби
тріщинні	карстовий; денудаційно-карстовий; карстово-тектонічний;	корозія; вивітрювання; розривна тектоніка;	розкарстовані тріщини
міжпластові	карстовий;	корозія;	
руслові	карстово-ерозійний	корозія; ерозія	жолоба і меандри в руслі
лійки	карстовий; карстово-ерозійний; карстово-гравітаційний; карстово-суффозійний; нівально-карстовий;	корозія; ерозія; провалля; суффозія; нивація;	симетричні; конічні; блюдцеподібні; асиметричні з обривистими схилами
готи	карстово-денудаційний; карстово-абразійний	корозія, комплексна денудація; абразія	ніші в обривах і кліфах

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	
Рови	карстовий; карстово-гравітаційний; тектонічний; сейсмотектонічний;	карстово-карстово-карстово-	корозія; тектонічні деформації; сейсміка	витагнуті на значну відстань заглиблення обривистими бортами 3
Арки	нівально-карстовий; карстово-абразійний		корозія, нивація, абразія	арки різної конфігурації
Улоговини	нівально-карстовий		корозія; нивація	вытянуті улоговини
Котловини	карстовий; ерозійний; гравітаційний; гляціально-нівальний;	карстово-карстово-карстово-	коррозія; ерозія; провалля; екзарація; нивація;	асиметричні блюдцеподібні; конічні, іноді обривистими схилами 3
Сліпі яри	карстово-ерозійний		корозія, ерозія	яри, впадаючі у воронки
Долини Каньйони	карстовий, карстовий; карстовий; ерозійний	ерозійно-нівально-карстово-	корозія; ерозія	долиноподібні форми; поділені котловинами
Туфові терраси	карстовий		хемогенна седиментація	тераси біля карстових джерел
Озера	карстовий; карстово-гравітаційний; карстово-гляціальний;	карстово-	коррозія; провалля; екзарація льодовикова акумуляція і	крутосхиліві котловини
Колодязі	карстові; нивально-карстові; карстово-гравітаційні; карстово-тектонічні; карстово-ерозійні; карстово-сейсмогравітаційні		корозія; нивація; ерозія; сейсміка; провалля	конусовидні; циліндричні щілиновидні; асиметричні;
Печери похилі і субгоризонтальні	карстові; карстово-ерозійні; карстово-абразійні		корозія; ерозія; абразія	Похилі субгоризонтальні галереї; ходи, роздільні залами різної форми і
<b>Складні</b>				
Шахти каскадні	карстові; ерозійно-карстові; карсто-тектонічні		коррозія; ерозія; тектонічні розриви	Чергування внутрішніх шахт і колодязів короткими похилими ходами 3
Печерні системи*	ерозійно-карстові; карстово-ерозійні		ерозія; корозія	крупні системи; об'єднуючі всі морфологічні типи положин

\*За гідрогеологічними функціями тут знаходяться поглиначі (шахти і печери-Понори), транзитні ділянки (розкриті печери) і пункти розвантаження (печери-джерела) гідрогеологічних систем [12].

Згідно кадастру карстових порожнин [6] в Гірському Криму відомо 1045 карстових порожнин, що відносяться до чотирьох генетичним класів: карстово-гравітаційного, карстово-нівального, карстово-ерозійного, карстово-абразійного. Проведемо аналіз карстових порожнин, який засвідчує їхню різноманітність.

*Колодязі* – одна з найбільш поширених підземних карстових форм гірських масивів Криму та Кавказу. Глибина колодязів сягає 20 м [12]. Для карстових масивів Криму та Кавказу ця глибина збігається з потужністю кори звітрювання або епікарстової зони, нижче за яку різко змінюються гідрогеологічні параметри карстових вод.

Залежно від генезису, колодязі розподіляються наступним чином: карстові – розвинені у внутрішніх частинах плато практично на всіх елементах рельєфу; нівально-карстові – в основі структурних уступів, днищах карстових улоговин, в підставах багаторічних сніжників і льодовикових тіл, де крім корозійних, інтенсивно проявляється і нівація; карстово-гравітаційні – у брівок плато, структурних уступів, ригелів давньогляціальних долин, карстово-тектонічні і карстово-сейсмічні приурочені до зон тектонічних структур; карстово-ерозійні – до долин тимчасових і постійних водотоків, на кордонах карстових і некарстових порід – це класичні колодязі Понори.

*Шахти* представлені тими ж генетичними типами, що і колодязі, за винятком нівально-карстового, тому що процеси нівації не можуть проникати, за рідкісним винятком (шахта Бузулук та ряд інших), глибше 20 м. На відміну від колодязів, шахти продовжують свій розвиток і нижче епікарстової зони, отримуючи харчування з підземних водозборів даної спелеоініцірующої тріщини.

Печери похилі і субгоризонтальні володіють складною морфологією, яка залежить від їх генезису.

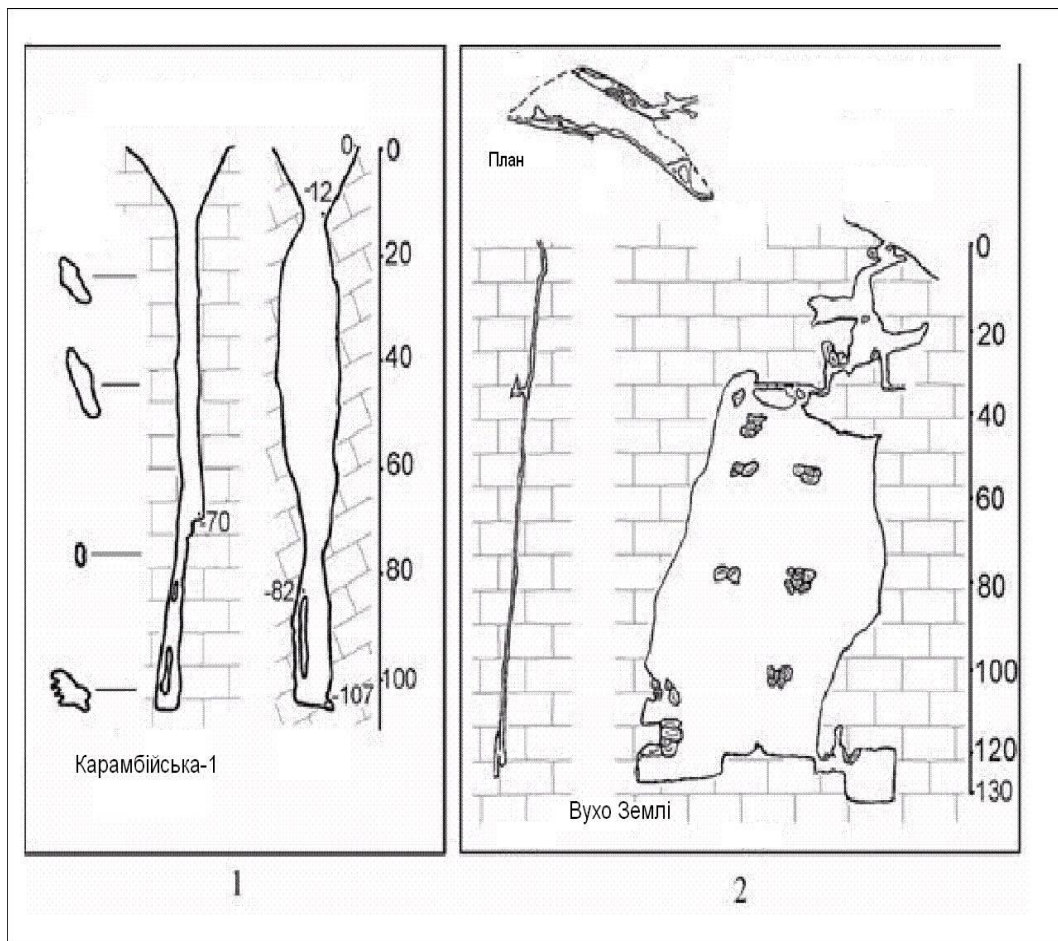
*Шахти каскадні* – складна карстова порожнина, на відміну від простої, складається з чергування вертикальних каскадів внутрішніх шахт і колодязів,

іноді з'єднаних невеликими похилими ходами. Виникають при великій потужності карстових порід і досить потужному підземному живленні. Каскадні шахти можуть входити в печерні системи, як їх початковий елемент [6].

*Печерні системи* виникають при об'єднанні великих карстових порожнин в єдину гідрогеологічну печерну систему. Подібне об'єднання обумовлено палеогеографії і умовами розвитку даної території. Окремі її ланки виконують різні функції гідрогеологічні - поглинання карстових вод (шахти і печери-Понори), транзит (розкриті печери) і розвантаження карстових вод (печери, зрідка шахти і колодязі джерела [24]. Вони можуть мати різний генезис. Основним методом виявлення їхньої гідрогеологічної структури є метод трасування карстових вод [23]. Доступні частини карстових печерних систем досліджується спелеологічними методами [1].

У Гірському Криму різні за генезисом карстові порожнини мають свої особливості поширення.

*Карстово-гравітаційні* порожнини розташовуються в прибровковій частині плато, на стрімких схилах Головної гряди, а також у вапнякових відторгненнях. Вони використовують тріщини розвантаження, розвинені паралельно або під гострим кутом до брівки плато. Глибина їх складає 20–100 м, ширина не перевищує 1–3 м. брилові навали в звуженнях іноді створюють помилкову поверховість. Окрему групу утворюють горизонтальні та вертикальні порожнини, що використовують розкриті тектонічні тріщини на плато рис. 2.1. Відомо 33 таких порожнини (сумарна протяжність 2887 м, обсяг 44,5 тис. м<sup>3</sup>). Найбільші з них – шахти Гримуча, Арик-Башская, Сююрю-Кая, печери Дубова і Туакская. Деякі з них розкривають більш давні карстові порожнини іншого походження. У корозійно-гравітаційних порожнинах зустрічаються обвальні відклади, каскадні напливи, невеликі сталактити, місячне молоко. У небагатьох вузьких колодязях і шахтах влітку зберігається сніг.



**Рис. 2.1. Карстово-нівальні і карстово-гравітаційні порожнини [6]**

1 – карстово-нівальна шахта, 2 – карстово-гравітаційна шахта.

Карстово-нівальні порожнини розташовуються на Підвітряних схилах долин і улоговин, у карстових воронках і тальвельгах водотоків, на тих ділянках, де створюються найбільш сприятливі умови для накопичення та танення снігу. У 40 порожнинах є багаторічні скупчення снігу сумарним обсягом до  $10000\text{ м}^3$ . Зустрічаються порожнини даного класу тільки на Головній гряді, на ділянках розвитку відкритого карсту. Відомо 386 таких порожнин (сумарна протяжність 9820 м, глибина 7273 м, обсяг 81,0 тис.  $\text{м}^3$ ) [24]. Найбільші – шахти “Курюч-Агач”, “Інженерна”, “Водяна”. За морфологічними ознаками виділяються чотири типи карстово-нівальних порожнин.

До конусовидного типу відносяться порожнини з округлим входом великого діаметру. Закладені зазвичай вони в нешаруватих або

товстошаруватих вапняках по двох (рідше за кількома) перпендикулярним системам тектонічних тріщин. Морфологічно вони досить одноманітні, мають гладкі круто похилі стінки, кругові або овальні, площа яких зменшується від входу до дна.

До циліндричного типу відносяться порожнини з вхідними отворами значного діаметру, що мають прямовисні стіни і округлі поперечні перерізи, площа яких приблизно однакова на будь-якій глибині. Найчастіше вони закладені в нешаруватих і товстошаруватих вапняках по двох взаємно перпендикулярним систем тріщин.

До щілевидного типу відносяться порожнини, розвинені в основному уздовж однієї системи тріщин. За великим діаметром порожнини звужуються в непрохідні для людини щілини. Криниці та шахти складного типу відрізняються морфологічною різноманітністю: часті пляшкоподібні порожнини, вузькі витягнуті форми та ін Вони мають невеликий вхідний отвір.

У карстово-нівальних порожнинах зустрічаються обвальні (вапняковий щебінь), водні хемогенні (сталактити, кора натікань на стінах, сталагміти та кристали кальциту) і органогенні відклади (гуано, кістки).

Порожнини карстово-ерозійного класу представлені як простими, так і складними по своїй морфології типами: колодзями, шахтами, печерами похилими та субгоризонтально, а також каскадним шахтами і печерними системами рис 2.2. Шахти і колодязі цього класу зазвичай (90%), розташовані на днищах і схилах карстово-ерозійних долин плато. Рідше (10%) вони зустрічаються на вододілах різних порядків.

У нешаруватих вапняках вони в основному закладені по вертикальним тектонічним тріщинам. У шаруватих вапняках карстові порожнини відчувають вплив як тріщин нашарування, так і тектонічних тріщин. Тут виникають дуже складні по морфології спіральні порожнини шахти “Аверкієвої”, “Хід конем”. Найбільші шахти досягають глибин 400-500 м. Шахта “Солдатська” – 517 м; “Каскадна” – 430 м, “Молодіжна” – 261 м.



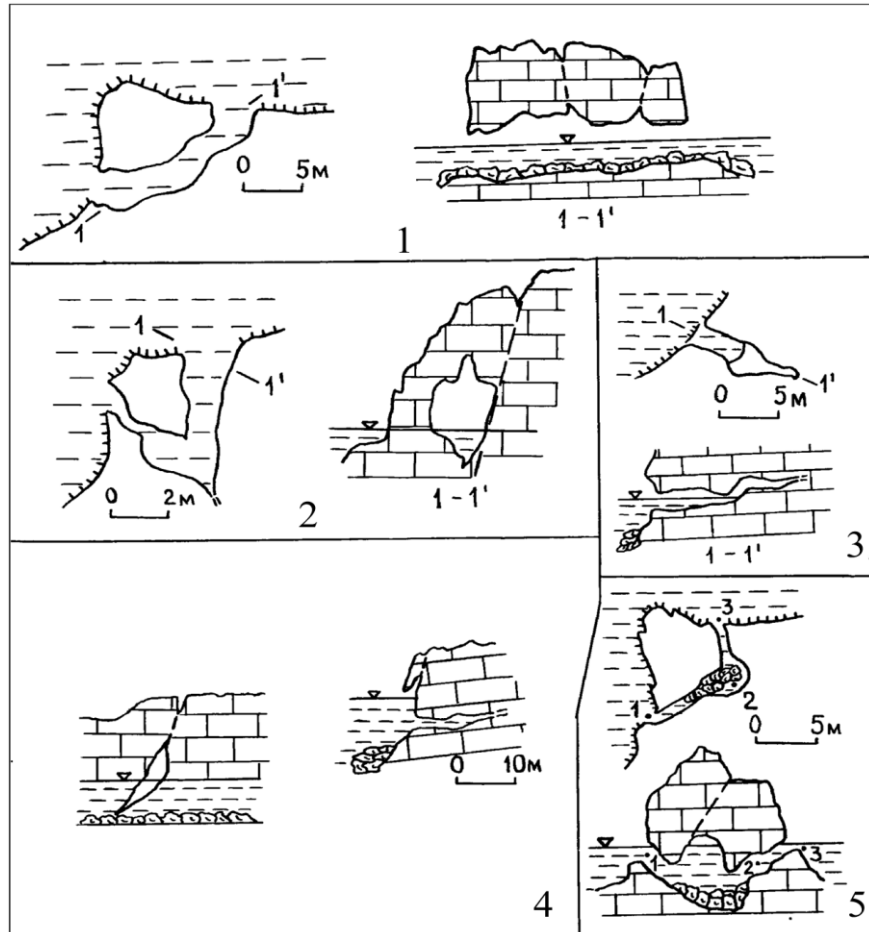
Печери похилі і субгоризонтальні рис. 2.2 розташовуються на днищах і схилах карстово-ерозійних долин на плато (80%) та ерозійних долин на зовнішніх схилах гірських масивів (20%). Порожнини зазвичай мають не складну морфологію, закладені по системам тріщин різного генезису. У глинистих вапняках і пісковиках переважають низькі (0,8–1,5 м) і широкі (до 10 м) ходи з горизонтальними склепіннями, брилові навалом на дні і меандруючими руслами підземних потоків. У толстошаруватих вапняках переважають вузькі (0,2–0,5 м) і високі (до 3 м) щілевидні звивисті ходи, закладені за кількома системам тектонічних тріщин.

*Печерні системи* представляють собою складні гідрогеологічні системи, розташовані переважно на плато, рідше – на схилах гірських масивів. Зазвичай вони складаються з елементів різного генезису.

Найбільша печерна система Криму – “Червона” (20,7 км), на “Долгоруківському” масиві. В ній двома водотоками, що зливаються утворилась підземна річка. На різних ділянках “Червоної печери” простежується шість поверхів з відносним перевищенням від 7 до 10 м. Ділянкам, з контрольованими порушеннями, відповідають зали висотою до 50-60 м.

Печери та печерні системи нерідко закінчуються карстовими джерелами [6; 24]. Вони розташовуються виключно на схилах гірських масивів, на висоті від 300 до 1300 м і являють собою вивідні, канали сухих (реліктових) і діючих, періодичних або постійних підземних водотоків. Печери-джерела закладені в товстошаруватих і нешаруватих вапняках, уздовж тріщин нашарування (70%) або тектонічних тріщин (30%). Їх морфологічні риси і розміри визначаються характером живлення та розмірами. Найпростішу будову мають порожнини інфільтраційного живлення, які складаються з центрального каналу, що поступово звужується від входу вглиб масиву, і коротких бічних тріщинних ходів. Їх стінки модельовані ерозією і корозією (Юграф, Малої Академії). Більш складну конфігурацію мають порожнини, пов’язані з віддаленими областями інфільтраційного або

інфлюаційного живлення (Аю-Тешік, Джур-Джур). Печери та печерні системи часто розвинуті по вертикальних або круто похилим тектонічним тріщинах і складаються з декількох поверхів, з'єднаних між собою колодзями рис 2.2.



**Рис. 2.2. Карстово-абразійні порожнини [24]**

1 – 5 печери Джангуля (Тарханкутський півострів).

Клас карстово-абразійних порожнин включає біля десяти невеликих печер у районі Судака і Севастополя, півострова Тарханкут [25]. Ці порожнини формуються під спільним впливом абразії та корозії. Частина з них розташовується вище рівня моря (реліктові порожнини мису Капчик), частина – нижче (миси Айя, Тарханкут, Джангуль).

## 2.2. Геоморфологічна будова Чатирдагу

Поверхневі карстові форми представлені карстовим улоговинами, лійками, логами, ровами, каррами (табл. 2.1).

*Карстові улоговини.* Тут розвинені корозійно-ерозійні улоговини, утворені при розпаді давньої ерозійної мережі, що тягнуться з середини схилу між верхнім і нижнім плато до його північного схилу) і корозійні улоговини (розташовані в підставі схилу верхнього плато).

*Карстові лійки.* За даними зйомок ІМР на Чатирдазі налічується понад 750 карстових воронок (щільність 33 шт/км<sup>2</sup>, найвища у Криму). Лійки Чатирдага вражають своєю різноманітністю: тут є округлі (на масивних вапняках) та асиметричні (на моноклінальному залягають шаруватих вапняках), що мають діаметр від 5 до 100 м, глибину від 2–3 до 30 м. Особливості їх закладення (безладне або регулярне), добре видимі на аерофотознімки, дозволяють легко дешифрувати особливості геології його окремих ділянок.

Карстові логи розвинені на схилі, що розділяє верхнє і нижнє плато, а також - на бортах великих улоговин. Вони мають всі особливості, притаманні подібним утворенням: сліпі верхні або нижні частини, що поглинають Понори в днище і пр.

*Карстові рови.* На східному схилі Чатирдага карстові рови відомі в Тісовій ущелині, в якій можна добре простежити всі особливості цікавих і досить рідкісних карстових утворень – зв'язки з тріщинами бортового відпору, розтин більш давніх підземних форм в бортах, кулісоподібне закладення.

*Карр.* Це самі дрібні поверхневі карстові форми дуже широко розвинені на Чатирдазі і представлені всіма відомими в літературі різновидами. Вони виявляються на горизонтальних, похилих і вертикальних поверхнях, маючи самі різні форми та розміри.

Поверхневі карстові форми утворюють різні сполучення, визначаючи своєрідність і неповторність карстових ландшафтів Чатирдага. Одностайною

думкою десятків великих іноземних фахівців з карсту, які відвідали Чатирдаг в 1960-2000 рр., по атрактивності він перевершує багато районів розвитку класичного відкритого карсту Світу.

Підземні карстові форми представлені трьома класами, відомими в Криму: карстово-гравітаційним, карстово-нівальним, карстово-ерозійним (табл. 2.1).

Карстово-гравітаційні порожнини (2 шт.) У своїй основі гравітаційні, карстові процеси зіграли роль лише в моделюванні їх стінок (освіта мікроформ) і формуванні невеликої кількості натікань. Це порівняно молоді утворення, що мають вік до 10-20 тис. років. Представлені вузькими щілистими колодязями та шахтами.

Карстово-нівальні порожнини (75 шт.) Пов'язані з роботою талого снігу, що накопичувався у сприятливих місцях (зниження в рельєфі, вітрова тінь) або неодноразово танув та знову накопичувався протягом зими (структурні уступи південної експозиції). Представлені циліндричними, конусоподібними, щілистими або складними колодязями та шахтами, як правило - без продовжень на дні, з гладкими або корродірованими стінами, часто – із скупченням снігу і льоду на дні. Залежно від глибини мають вік 100-600 тис. років.

Карстово-ерозійні порожнини (60 шт.) Утворені підземними протоками, які утворюються при інфлюації поверхневого стоку. Представлені трьома типами: печерами-Понора та шахтами-Понора (верхня ланка карстової водоносної системи), розкритими печерами (середня ланка) і печерами-джерелами (нижня ланка). На Чатирдазі печер і шахт-Понора 14, розкритих печер – 31, печер-джерел – 14. Це найбільш стародавні карстові порожнини, мають вік від одного до декількох десятків мільйонів років, дуже багаті всілякими, в тому числі – і натічними відкладеннями. Вік останніх також досить великий: єдині ізотопні датування, наявні в Криму (з печери Мармурова) дають вік сталактитів і сталагмітів, що утворилися на брилові

навалом в залі Перебудови, від 10 до 60 тис. років. Порожнини цього класу найбільш атрактивних, мають найбільший науковий та спортивний інтерес.

Всього на Чатирдазі в Генеральному кадастрі порожнин числиться 137 об'єктів. У 1989 р. на масиві був створений заказник національного значення "Гірський карст Криму" (друга його частина розташовується на Карабійском масиві). В його межах знаходяться 120 карстових порожнин (89%). Крім того, на схилі Чатирдага розташовується печера-джерело Аянська - пам'ятка природи загальнодержавного значення. Статус заказника явно низький для карсту Чатирдага і його підвищення до Національного парку цілком виправдано. Про це свідчать такі загальні показники, отримані при аналізі Генерального кадастру [5; 6].

Кількість печер в межах кадастрового прямокутника: 1 порожнину - 7 прямокутників, 2 – 2 шт., 6 – 2 шт., 8 – 2 шт., 10 порожнин – 1 прямокутник; всього в 14 кадастрових прямокутниках Чатирдага середня щільність порожнин – 2,2 шт/км<sup>2</sup>, що збігається з середньою по Криму (для 202 прямокутників).

На Чатирдазі мають назву 38 порожнин (27,7%), що істотно нижче середнього по Криму (37,4%). З них лише 5 – меморіальні (В'ялова, Горшеніна, Кошина Двохсотка, Вахрушева, Дорофєєва, кропив'яного) [9]. Тут знаходиться 8 великих (довжина понад 500 м, глибина більше 100 м) та 14 значних (довжину більше 100 м, глибина понад 50 м) порожнин (по 17% від їх загальної кількості в Криму) [24].

### **2.3. Дослідження та використання карстових порожнин Чатирдага**

На Чатирдагському масиві придатні для використання 45 порожнин (33%), що близько до середнього по Криму. Деякі з них вже використовувалися в різних сферах. Загальні перспективи використання відображені в таблиці 2.2. Кількість печер, що мають наукове значення представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.2

## Використання гірсько-карстового масиву Чатирдаг в різні періоди [6]

№	Мета використання	Кількість печер
1	загони для худоби	3
2	джерела місцевого водозабезпечення водою	4
3	укриття	14
4	централізованого водозабезпечення	1
5	в спортивних цілях	19
6	спелеотерапія	3

Таблиця 2.3

## Кількість печер, що мають наукове значення [24]

№ з/п	Вид наукових напрямків	Кількість печер
1	Геологічні відклади	26
2	Прояви сейсмотектоніки	16
3	Палеозоологічні знахідки	2
4	Біоспелеологічні знахідки	13
5	Археологічні знахідки	3

Спортивний інтерес представляють (класифіковані) 19 порожнин. 13 порожнин мають перспективи проходження.

При створенні карстово-спелеологічного національного природного парку слід враховувати роль Чатирдага у становленні кримського туризму і розвитку спелеології.

У 60-ті роки ХХ ст. на Чатирдазі проводили дослідження співробітники Комплексної карстової експедиції АН УРСР (шахтний загін відкрив і дослідив понад 130 його порожнин, геофізичний – провів роботи по відстужуванню їх недоступних продовжень; палеозоологічний відкрив ряд місцезнаходжень хребетних, біологічний досліджував фауну ряду печер.

У 70-80 рр.. на Чатирдазі проводилися перші в Криму роботи з вивчення медичних аспектів тривалого перебування людини під землею (Еміне-Баїр-Хосар, загальне керівництво проф. Агаджанян, АН СРСР).

На базі Мармурової печери проводилися також різні заходи Української спелеологічної Асоціації (школи, семінари, операції “чисті печери” та ін.)

З Чатирдагом пов'язано багато цікавих сторінок становлення вітчизняної спелеології як науки та спорту. Це необхідно відобразити в діяльності Національного парку, створивши на базі печери “Еміне-Баїр-Хосар” спелеологічний музей.

Таким чином, Чатирдаг за всіма параметрами є еталонним масивом для відкриття першого в Україні і в Криму карстово-спелеологічного національного природного парку. В межах досліджуваного гірського масиву створено туристично-екскурсійний спелеокомплекс “Печера Мармурова”, який задля раціонального використання має функціональне зонування. Тут виокремлено зони заповідну й рекреаційного використання, територію для проведення екскурсій (екскурсійну трасу), а також ключові точки моніторингових спостережень.

Велике науково-прикладне значення має досвід проведення протягом 10 років геоекологічних досліджень у карстових печерах “Мармурова” і “Еміне-Баїр-Хосар”, які можуть стати в перспективі реальною основою формування інфраструктури карстово-спелеологічного національного парку “Чатирдаг”. Благоустрій та експлуатація печери як екскурсійного об'єкта є чинником, що може призвести до незворотніх змін в його межах. Завдання мінімізації змін підземного ландшафту печери є однією з найважливіших при її благоустрої та експлуатації, зокрема в структурі національного парку [6].

Як нами зазначалося, карстові порожнини є специфічними геоморфологічними об'єктами, і зокрема, володіючи величезними розмірами, можуть мати різний охоронний режим у різних частинах, в залежності від ступеня уразливості печерної середовища.

Ступінь уразливості середовища печери розглядалася в роботах деяких авторів. У роботі зарубіжних науковців запропонована досить ефективна концепція класифікації енергетичних рівнів печер. За його класифікацією,

печери можуть бути розділені на три категорії: високоенергетичні, середньоенергетичні і низько енергетичні [26].

Для високоенергетичних печер характерні явища, що супроводжуються змінами потужності енергетичного потоку, наприклад періодичні паводки (нижні поверхи Червоних печер, Крим, Долгоруківський масив); для них характерний значний меженний стік.

У середньоенергетичних печерах найбільш потужні сили на порядок менше, ніж в печерах попередньої категорії: спокійний рух води, повітряна тяга або діяльність тварин.

Низькоенергетичні печери характеризуються ще на порядок менше енергетичним властивостями: найбільш значними явищами є падіння крапель з склепінь.

Виділення функціональних зон, необхідно розглядати в контексті вищеназваних станів. Різні ділянки печер “Мармурова”, “Еміне-Баїр-Хосар” знаходяться в різних енергетичних станах. Наприклад, “Галерея казок”, “Зал Перебудови”, “Греблі, Гурова” (“Мармурова печера”), “Північна галерея”, “Верхній Баїр” (печера “Еміне-Баїр-Баїр”) – відносяться до середньоенергетичних середовищ; Деякі зали Нижньої “Мармуровій” і Нижнього Баїра – можна віднести до низькоенергетичних, з встановленням режиму повної заповідності. Таким чином, ділянкам карстових порожнин, яким відповідає низькоенергетичне середовище, повинен відповідати режим повної заповідності, так як екскурсійна траса і потік відвідувачів в їх межах може викликати незворотні зміни 2.1.

Серед провідних цілей спелеокомплексів є:

- науково-пізнавальні екскурсії, що проводяться в печерах, дають можливість пізнати більше питань з палеогеографії, палеокліматології тощо;
- рекреаційно-естетичні, завдяки вмілій організації відвідування печер рекреанти можуть підвищити психоемоційний настрій, відновити працездатність та здоров'я;



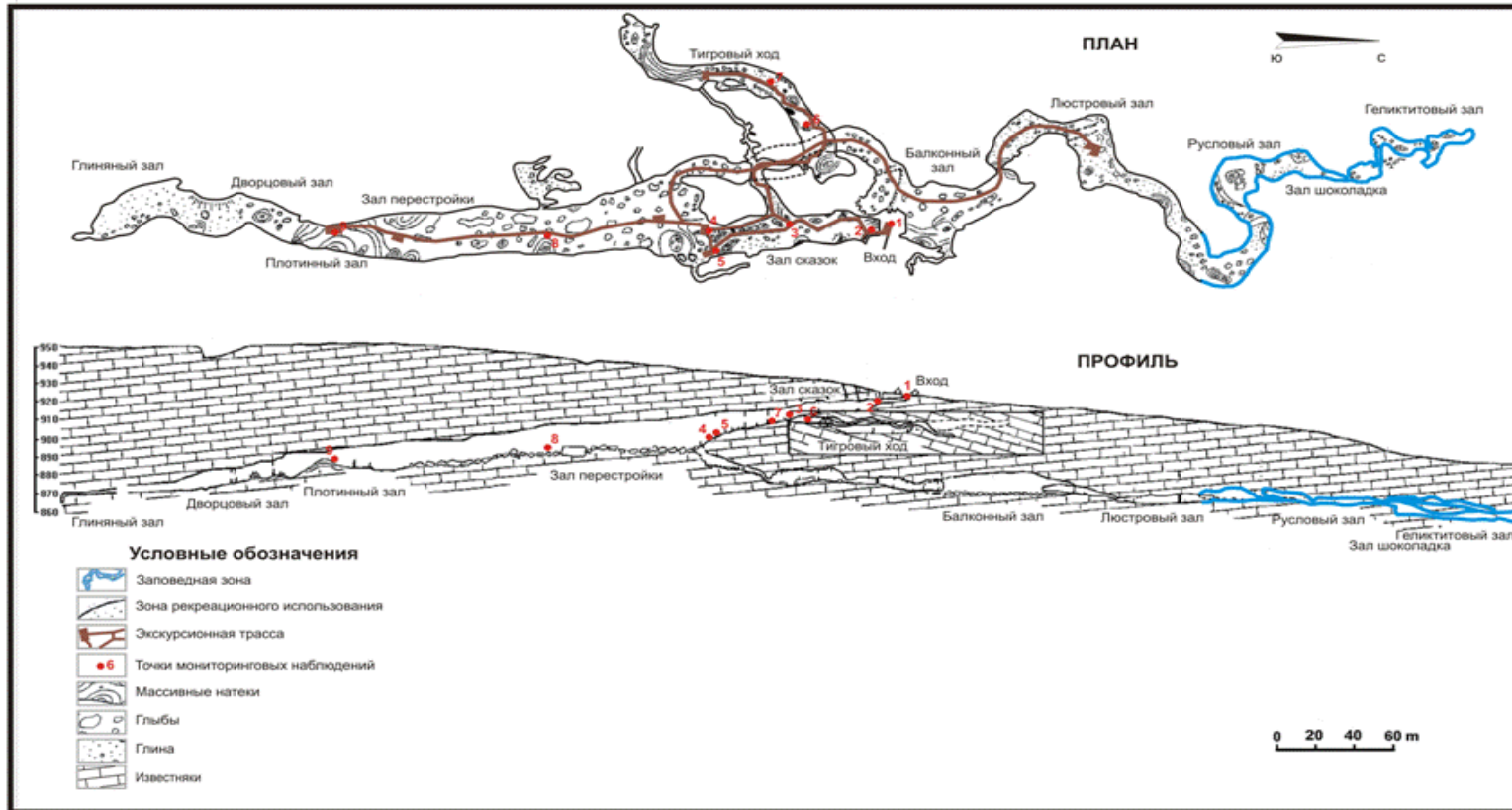


Рис. 2.3. Природохоронне зонування печери “Мармурова”[6]

– лікувальні, що забезпечуються цілющим мікрокліматом печер, відновлюючи ми властивостями їх компонентів.

Варто зазначити, що серед провідних показників використання печер з метою рекреації та туризму є пропускна здатність, що визначається її відвідуваністю.

Відвідуваність печери – це кількість відвідувачів, які встановлюються при певних економіко-географічних умовах, рівні реклами та просторової доступності. В цьому випадку відвідуваності відповідає змісту поняття попит на певні продукти споживання.

Пропускна здатність печери – це кількість відвідувачів, які можуть відвідати печеру не завдаючи шкоди її компонентній структурі. Загалом цей показник лімітується трьома чинниками:

- морфологією печери (розміри залів);
- розмірами та особливостями підземної екскурсійної траси;
- встановленим режимом роботи;
- допустимими межами лімітуючих характеристик печерного середовища.

### РОЗДІЛ 3.

## ГЕОГРАФІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГІЧНОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ ЧАТИРДАГ

### 3.1. Проблеми та основні напрями природокористування

Масив Чатирдаг давно користується підвищеною увагою природоохоронних організацій Криму. У 1999 р. ухвалено рішення про підготовку техніко-економічного обґрунтування до виділення нової природоохоронної (заповідної) одиниці Національного карстово-спелеологічного парку. Такий документ був підготовлений в Лабораторії карстознавства і спелеології Таврійського національного університету. Претендентом на цей статус за висновком карстологів є Чатирдагський масив, що має не тільки високим спелеоресурсний потенціал, але й комплекс інших визначних пам'яток. Чатирдагський масив займає центральне місце серед гірських карстових масивів Головної гряди та дуже вигідно розташований щодо основних туристсько-екскурсійних потоків (20 км на південь від Сімферополя, безпосередньо у тролейбусної траси). На його нижнє плато веде ґрунтова дорога, що потребує поліпшення, а в перспективі – асфальтування. Взимку після снігопадів вона доступна тільки для всюдиходів. Найближчий населений пункт – кордон Кринички (Суат). Незважаючи на те, що Чатирдагу присвячена величезна кількість наукових публікацій, багато питань його геології та геоморфології відносяться до числа дискусійних, які можна буде вирішити тільки при організації спеціальних досліджень на базі наукового стаціонару. Назвемо лише деякі з них:

– тектоніка Чатирдага (його положення щодо інших гірських масивів, наявність горизонтальних зміщень, блокова будова, основні тектонічні порушення, наявність сейсмогенних клинів, гідротермальних утворень;

– палеогеографія Чатирдага (час утворення його морфоструктури та її окремих елементів, наявність та кількість поверхонь вирівнювання, існування і походження покривного чохла з некарстующих піщано-галечникових відкладень, наявність слідів стародавнього заледеніння, сучасні перігляціальні процеси та ін);

– гідрогеологія Чатирдага (умови формування підземних вод масиву, його водний баланс, наявність та напрямки підземних потоків, які тяжіють до основного фокусу розвантаження – Аянське джерела, роль у їх формуванні рідких і твердих опадів, а також – конденсації);

– ботаніка та зоологія. Перелічені та багато інших невирішених проблем геології, палеогеографії, гідрогеології, ботаніки, зоології Чатирдага можна вирішити тільки за створення наукового стаціонару, який повинен привернути до себе кращі наукові сили, стати постійною базою для проведення студентських практик.

Другий аспект проблеми – спортивне та екскурсійне значення “Чатирдага”. Він має досить складний рельєф, сприятливий для розвитку таких популярних серед молоді видів спорту, як гірський туризм, скелелазіння, гірські лижі, спортивне орієнтування, парапланеризм. Його геологічні особливості сприяють розвитку спелеотуризму. Сприятливе географічне положення і наявність мережі гірських, лісових доріг на схилах дозволяють розвинути кінний спорт. При розвитку відповідної інфраструктури (поліпшення під’їзних доріг, розчищення існуючих доріг і стежок, створення гірничо-лижних трас, спорудження кемпінгів, притулків, підйомників, обладнання печер і пр.) “Чатирдаг” може стати першокласним центром для керованого відпочинку населення і приїжджих, яких дуже багато в Криму протягом усього року.

Природоохоронна політика Криму традиційно ґрунтувалася на заборонному принципі, який потребував великих сил і коштів. Така політика викликає природне протидію – процвітають браконьєрство від масових порубок та відстрілу оленів до вивезення ендемічних кольорів, росте число

лісових пожеж, забруднюються підземні води та ін. Тому найправильнішою на даний період слід вважати більш гнучку політику, що поєднує заборону та дозвіл. Це – створення національного природного парку, структури, що допускає поряд з охороною та використання території в туристських, рекреаційних та інших цілях.

Світовий досвід свідчить про те, що в рамках таких парків можна створювати різні спеціально оплачувані напрями господарської діяльності [8]. Це можуть бути: проїзд чи прохід по спеціально обладнаних маршрутах (дорогам, стежках), скелелазіння, спелеотуризм, гірськолижний спорт, купання, катання на човнах і на конях, фотополювання, проїзд на велосипеді і багато іншого.

Експозиційною, науковою основою створюваного Чатирдагського національного природного парку має стати карст. На нижньому плато “Чатирдагу” дуже широко розвинуті поверхневі і підземні карстові форми (табл. 2.1), загальний огляд яких дозволяє зробити висновок про великий спелеоресурсний потенціал масиву.

Відповідно до Закону України “Про природно-заповідний фонд України” для раціонального використання територій національних парків доцільно здійснювати їх функціональне зонування [20]. Тобто в контексті наших досліджень першочерговим завданням є встановлення диференційованого режиму охорони і використання карстово-спелеологічних об’єктів, проведення функціонального зонування, на основі проведення комплексних геоecологічних досліджень.

Комплекс робіт повинен проводитися як на стадії організації карстово-спелеологічного національного природного парку, так і під час його функціонування (моніторинг природного середовища). Проведені дослідження підводять наукову основу під виділення на території карстово-спелеологічного національного природного парку функціональних зон, режиму їх використання та природних меж.

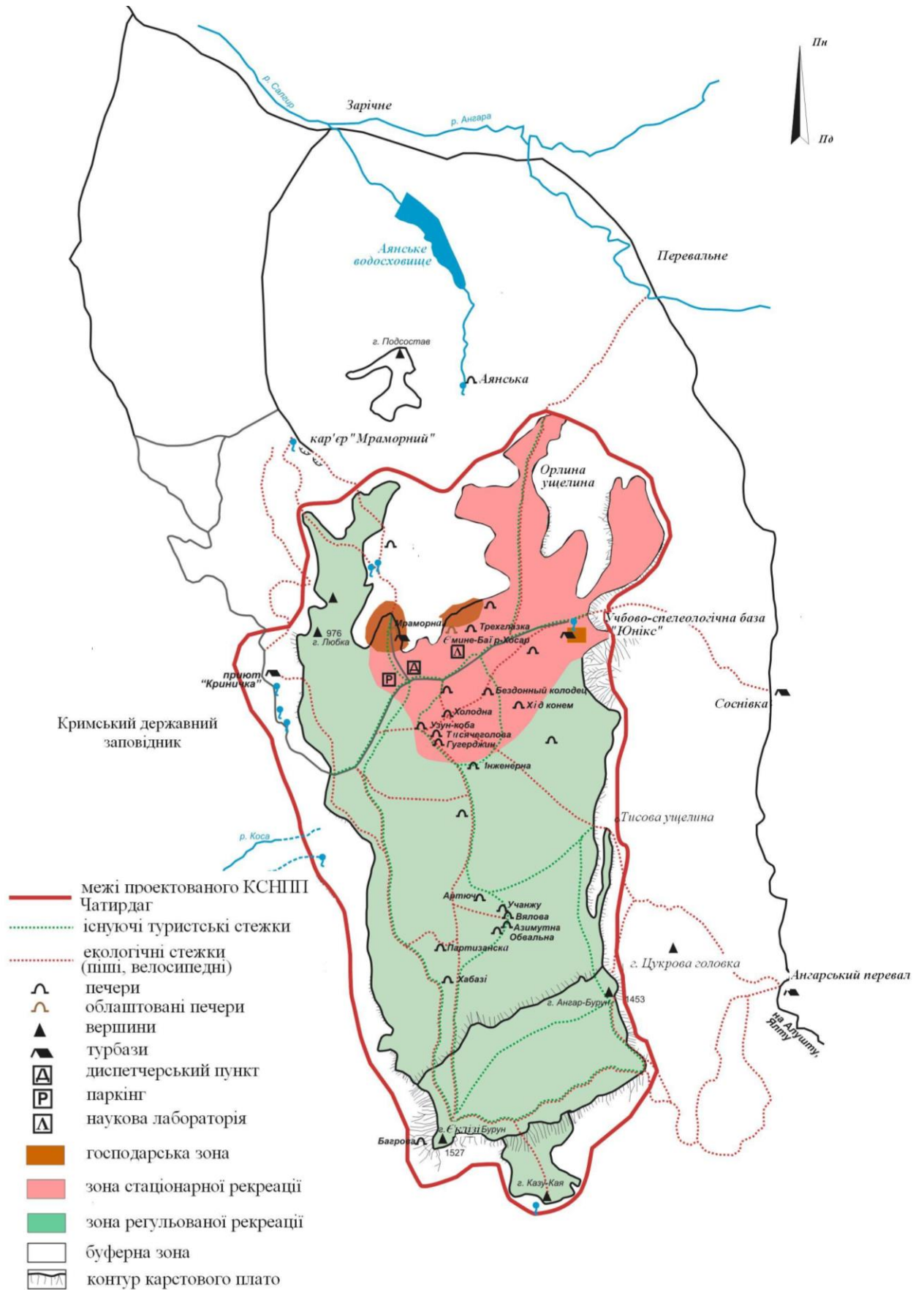


Рис. 3.1. Функціональне зонування проєктованого карстово-спелеологічного національного парку Чатирдаг [6]

Заповідна зона призначається для охорони та вивчення карстових ландшафтів, карстових порожнин або їх частин. Однією з особливостей даної заповідно-рекреаційної категорії є те, що заповідна зона може бути відсутньою на поверхні землі. Доцільність встановлення заповідної зони з режимом природного заповідника тільки в надрах карстового масиву, пояснюється особливостями карстових порожнин як геолого-геоморфологічних утворень підземного простору. Поширюючись на кілометри, вони можуть переходити під землею з однієї поверхневої зони в іншу.

Зона регульованої рекреації має підвищений рівень охорони і обмежень щодо перебування і характером рекреаційної діяльності в порівнянні з подібними зонами національних парків. Це пояснюється сильною вразливістю карстових геосистем, при посиленні антропогенного навантаження, що приводить до швидкої деградації підземних карстових об'єктів та забруднення підземних карстових вод та вод карстових джерел.

Поверхневі та підземні туристські маршрути повинні мати спеціальне обладнання, що запобігає зміна параметрів мікроклімату і погіршення якості карстових вод.

Проектування печерних комплексів необхідно вести на рівні, що відповідає світовим стандартам. Це питання піднімалося протягом останніх десятиліть на багатьох спелеологічних форумах, з'їздах і конференціях.

Зона стаціонарної рекреації призначена для розміщення готелів, кемпінгів, притулків тощо, необхідних для обслуговування відвідувачів парку. Подібні об'єкти необхідно виносити за межі карстових порід.

Об'єкти стаціонарної рекреації, що споруджуються в межах закарстованої території, забезпечуються протифільтраційним екранами, що перешкоджають забрудненню підземних вод. У цій зоні можуть розміщуватися адміністративно-науковий комплекс, будівлі музеїв.

Господарська зона повинна бути винесена за межі карстових територій. У її межах проводиться господарська діяльність, спрямована на виконання

покладених на парк завдань, з урахуванням встановлених природоохоронних норм.

Охорона та використання туристсько-рекреаційних спелеокомплексів вимагає накопичення, систематизації та аналізу різної інформації про підземний ландшафт карстових порожнин, проведення комплексних геоecологічних досліджень.

### **3.2. Геоecологічні аспекти функціонування**

Дослідження численних наукових праць дають підставу нам стверджувати, що провідним антропогенним чинником впливу на підземний ландшафт є його екскурсійне використання. Основними складовими цього впливу є:

- обладнання екскурсійних маршрутів, спорудження додаткових штучних входів до печер;
- освітлення;
- екскурсійне відвідування.

Всі ці складові в свою чергу різною мірою впливають на елементи підземного ландшафту.

*Обладнання екскурсійних маршрутів.* В результаті обладнання екскурсійних маршрутів у печері змінюється поперечний і поздовжній профіль ходів і галерей. З'являються штучні елементи підземного ландшафту: бетонні доріжки, кам'яні кладки, перила, штучні тунелі і траншеї.

За оцінками фахівців Міжнародної Асоціації екскурсійних печер обладнання маршрутів в печерах комплексу проведено на високому технічному рівні. При будівельних роботах були вжиті всі заходи по максимальному збереженню первозданності натічні оздоблення печер, що входять до складу спелеокомплексів.

Вплив будівництва другого штучного входу в печеру вплинуло на такий важливий елемент підземного ландшафту як мікроклімат. При вході в



печеру в межах 5-6 метрів від вхідних дверей утворилася локальна циркуляція повітря, за нею виникла невелика “буферна підзона”, на яку впливає, як привхідна, так і основна “нейтральна мікрокліматична зона” печери. Поява крижаних натікань в зимовий період при вході у печеру пов’язано з додатковим повітрообміном з поверхнею, що відбувається через другий вхід в порожнину, що є наслідком більшої залежності “привхідної” зони від зміни температури на поверхні.

*Вплив освітлення.* Система освітлення в печері генерує деяку кількість тепла. У зв’язку з цим температура в печері збільшується і досягає стаціонарних значень, що перевищують природні. Поблизу джерела світла ефект може бути як фізичний (температурний), так і біологічний. У разі використання ламп розжарювання температурний ефект посилюється, якщо світильники розташовані поблизу поверхні стін, натікань, і т. д. Наприклад у печері “Кастеляна” (Італія температура скельної стіни в 50 см від світильника потужністю 1 кВт збільшилася за кілька секунд від 15° С до більш, ніж 25°С, зі зменшенням відносної вологості від 95-100% до 55-60% і виникненням сильного потоку повітря.

Відчутне збільшення температури і вологості в середній частині Тигрового ходу пояснюється як природними причинами (тут вона була вищою в початковий період експлуатації) так і техногенними. Але підвищення температури і зміна вологості необхідно розглядати як похідну від двох факторів: впливу освітлення і впливу відвідувачів. Проаналізувавши дані режимних спостережень за температурою повітря в печері “Мармурова” можна зробити висновок, що підвищення температури незначні, максимально – в середині Тигрового ходу до 12°С (середня для цієї зони 100 С). Аналогічно відбувається підвищення абсолютної вологості в цій зоні печери до 13 Мб (середня для цієї точки 12,3 Мб).

*Біологічний ефект* – поліферація водоростей і мохів навколо джерел світла – є звичайною проблемою екскурсійних печер. Ці організми не тільки чинять негативний вплив на естетичний вигляд печери, але також

викликають активну корозію натікань за рахунок біохімічних процесів. Розвитку водоростей і мохів найбільшою мірою сприяють широко поширені лампи розжарювання, що мають спектр емісії, що покриває типові діапазони абсорбції рослинних організмів. Газосвітними лампи (“холодного світла”) значно менше стимулюють зростання зелених водоростей і мохів.

За рахунок дії спрямованого пучка світла на поверхню стін і натікань (як наслідок збільшення температури) збільшилася кількість мікроорганізмів, представлених азотфіксуючими бактеріями, гетеротрофів, актиноміцети, мікроскопічними грибами та водоростями. Збільшення вмісту даних мікроорганізмів у повітряному середовищі відзначено у всіх печерах комплексу, але патогенних серед них на сьогоднішній день не виявлено.

*Температурне забруднення.* Температурне забруднення після тривалої експлуатації печери буде впливати на тепловий баланс і режим вологості [21].

Тепловий баланс печери в Гірському Криму визначав В. Дублянський для розрахунку теплообміну червонопечерного блоку (Долгоруківський масив) [12]. За його підрахунками влітку за годину до печери надходить  $3556,8 \times 10^6$  ккал., А взимку відбувається відтік тепла кількістю  $3366,7 \times 10^6$  ккал / на добу. У такому випадку влітку буде відбуватися безперервне прогрівання печери до величини  $153 \text{ добу.} \times 3366,7 \times 10^6 \text{ ккал.} = 505105 \times 10^6$  ккал., а взимку - поступовий витрата цього тепла. Але насправді фактична картина зовсім інша. Згідно з проведеними спостереженнями в більшій частині обладнаних печер спелеокомплексів зберігається постійна температура, яка не залежить від сезону. На температурний режим активно впливає зміна морфології порожнини: створення штучних перегородок (дверей), прокладка тунелів, внаслідок чого порушується повітрообмін в порожнині. Сама карстова порожнина, якщо не втручатися в її середовище, підтримує постійну температуру і вологість у своїх частинах. Необхідно врахувати той факт, що кількість тепла, що надходить до печери, спочатку витрачається на нагрівання гірських порід, відповідно, зменшується. На

сьогоднішній день визначити основні параметри теплового балансу печери досить важко, для цього необхідні спеціальні дослідження: установка датчиків, на стінах печер, в глибоких свердловинах в гірській породі. Проте збільшення тепла в печері внаслідок антропогенного навантаження є реальним фактом.

Вихідними параметрами для даного визначення будуть: відвідуваність печери за рік і кількість тепла, що виділяється екскурсантів при русі по маршруту.

Розрахунки температурного впливу досить складні, тому що кількість тепла, що виділяється людиною, варіює в широких межах і залежить як від факторів середовища (температури і вологості повітря), так і від індивідуальних особливостей відвідувачів (розміри, швидкість руху, одяг і ін) Спостереження, виконані в картинній залі печери Альтаміра (Іспанія), показали, що один середньостатистичний відвідувач виділяє тепла в межах від 82 до 116 ват (1 ват = 1 Дж / сек). Якщо людина рухається, то показник збільшується до 170 ват. Річний приплив тепла від відвідувачів (E, Дж / сек) може бути оцінений за формулою:

$$E = 170 \times t \times 3600 \times N$$

де: t – середній час екскурсії в годинах;

N – загальна кількість відвідувачів на рік.

Відвідуваність печер спелеокомплексів “Печера Мармурова” в середньому становить 100000 осіб на рік. Екскурсант при русі по маршруту виділяє в середньому 170 ватів енергії і знаходиться в печері в основному не більше 1 години. Таким чином, кількість тепла, що надходить до печери можна обчислити за формулою:

$$E = 170 \times t \times 3600 \times N,$$

де t – середній час екскурсії в годинах, N – відвідуваність печери в рік (кількість осіб).

$$E = 170 \times 3600 \times 100000 = 61\,200\,000\,000 \text{ Дж.}$$

Враховуючи, що 1 кал = 4,1868 Дж отримаємо: E = 14,6 x 10<sup>6</sup> ккал.

Основний потік екскурсантів відвідує печеру в літній сезон, протягом 120 діб, таким чином, за добу в туристський сезон за годину внаслідок відвідуваності надходить приблизно  $0,12 \times 10^6$  ккал.

Аналізуючи кліматичні характеристики (дані звітів з вивчення клімату карстового масиву “Чатирдаг”, мікроклімату печер “Мармурова” і “Еміне-Баїр-Хосар”) дозволяють підрахувати, що влітку з атмосферним повітрям у печеру надходить  $1,89 \times 10^6$  ккал; за рахунок конденсаційних процесів –  $2,47 \times 10^6$  ккал., внаслідок нагрівання, обумовленого збільшенням щільності спадних потоків повітря –  $0,12 \times 10^6$  ккал., внаслідок нагрівання інфільтраційних і інфлюаційними водами  $0,32 \times 10^6$  ккал., за рахунок теплового потоку з надр землі –  $0,52 \times 10^6$  ккал. Сумарний показник –  $5,32 \times 10^6$  ккал/добу. Зіставивши значення, отримаємо, що кількість тепла за рахунок відвідувачів становить 2,25% від загальної суми, що в сою чергу не може серйозно впливати на тепловий баланс печери. Виходячи з наведених вище розрахунків, можна зробити висновок, що збільшення відвідуваності до максимально зареєстрованої величини (230 тис. чол) істотно не змінить тепловий баланс печери. Але слід зазначити, що тепло, що виділяється відвідувачами, підвищує температуру повітря в околицях екскурсійної доріжки, час відновлення температури після проходження групи становить кількох десятків хвилин.

Дослідження, проведені в екскурсійній печері Фрассасі (Італія), відвідуваність якої становить 500 тис. чол/рік свідчать про поступове накопичення тепла внаслідок техногенного навантаження та підвищенням температури в екскурсійних залах на кілька градусів [26]. Дані факти вказують на необхідність подальших досліджень у цьому напрямку.

Для з'ясування ступеню впливу відвідувачів на режим вологості печери були визначені основні причини, що формують цю можливість. Аналізуючи дані досліджень, встановлено, що головними причинами, що формують режим температури і вологості печерних залів є віддаленість від входу і абсолютні відмітки рельєфу печери.

*Фізичне (аерозольне) забруднення.*

Потік екскурсантів може викликати фізичне забруднення печерної середовища. Дослідженнями, проведеними в Кунгурській печері в 1992 році [24], виявлено, що потік екскурсантів є серйозним джерелом аерозольних забруднень, які підвищують природний фон на порядок і більше. Вимірювання, проведені при проходженні екскурсій у відносно “чистих” залах печери виявили деякі закономірності. Група екскурсантів (40 осіб) збільшує концентрацію аерозолю розміром 0,3 мкм в зоні від 2 до 4 м від екскурсійної траси у 5–8 разів. Інтенсивність “продукції” аерозолів одним екскурсантом оцінена в 109 часток/ хв. Вимірювання в різних залах показали, що “аерозолепровідність” екскурсантів слабо змінюється за час його перебування в печері. У дні, коли екскурсії не проводяться, за добу концентрація аерозолів падає майже на порядок. При моделюванні одягу струшування імітуючи ходьбу, були отримані спектри аерозолів, подібні зі спектрами, отриманими при проходженні екскурсій. Рух ногами по підлозі печери, майже завжди зволоженому, не збільшувало концентрації аерозолів. Таким чином, основним джерелом аерозольного забруднення при проходженні групи є одяг і волосся екскурсантів.

У практиці експлуатації ряду екскурсійних печер відзначено, що з потоком відвідувачів пов'язаний, так званий, “лінт” – волокнисті частинки вовни, бавовни та синтетичних матеріалів. Лінт в “Карлсбадській” печері візуально помітний і погіршує вигляд натікань. Середня швидкість накопичення Лінта оцінена в 2 кг на рік (оцінка проводилася за вагою висушеного до 30% вологості Лінта). За весь час її експлуатації в статусі Національного парку в ній накопичилося 74,8 кг Лінта [6]. У “Карлсбадській печері” постійно проводяться роботи з очищення різних ділянок від Лінта. В окремих залах чищення проводиться з періодичністю з 7-10 років, а загальні трудовитрати на ці роботи становлять близько 2000 людино-годин на рік.

### *Хімічне забруднення.*

Хімічне забруднення викликане відвідувачами, полягає у виділенні діоксиду вуглецю. Будь-яке збільшення концентрації CO<sub>2</sub> може вплинути на хімічну рівновагу печерних вод і мінеральних утворень. Модель, що описує варіації діоксиду вуглецю в залежності від потоку відвідувачів, була запропонована Є. Віллар в 1986 році. Концентрація CO<sub>2</sub> пропорційна кількості відвідувачів і часу їх перебування в печері:

$$C(T) = 1,7 \times 10 \times N \times t / V;$$

де C (T) – зміна концентрації CO<sub>2</sub> (в проміле) за час t;

N – кількість відвідувачів;

t – час перебування відвідувачів (години);

V – обсяг печерного залу (м<sup>3</sup>).

У печері Альтаміра (Іспанія) концентрація діоксиду вуглецю відновлюється до початкових значень за 12 годин після перебування групи з 6 чоловік протягом 0,3-1 годину. Підвищення концентрації CO<sub>2</sub> в печері може істотно підвищити агресивність вод і викликати корозію натікань, кристалів, наскельних малюнків [2].

У періоди інтенсивного відвідування печери “Мармурова” в “Галереї Казок” (обсяг 5020 м<sup>3</sup>) в денні години постійно знаходиться близько 40 осіб. Наведені розрахунки показали, що концентрація CO<sub>2</sub> на цій ділянці за 6 годин роботи повинна підвищитися на 8127ppm (об.%). Наявний повітрообмін з поверхнею знижує в кілька разів приріст концентрації CO<sub>2</sub>. Однак цей показник залишається досить значним: фонові річна концентрація CO<sub>2</sub>, що дорівнює 0,42 об.%, Може бути за день підвищена майже в 2 рази.

*Біологічне забруднення.* Біологічне забруднення полягає в тому, що відвідувачі можуть приносити бактерії та органічний матеріал. Це поряд з тепловим забрудненням та освітленням, провокує активний розвиток мохів і водоростей навколо джерел світла, так званої лампової флори (lampflora) [14].

Вже після перших місяців експлуатації печер “Мармурова” і “Еміне-Баїр-Хосар”, в них було встановлено істотне збільшення чисельності мікроорганізмів у пробах ґрунту і повітря. Поєднання двох “джерел забруднення”: вплив відвідувачів та освітлення призвело до зростання кількості мікроорганізмів представлених азотофіксуючими бактеріями, гетеротрофів, актиноміцети, мікроскопічними грибами та мікроводоростями. Патогенних для організму людини мікроорганізмів в ґрунті та повітрі печер комплексу не виявлено.

Впливу антропогенного впливу на підвищення радіометричного фону в печерах не зафіксовано. Радіометричних дослідженнями встановлені коливання радіоактивності від 5 до 40 мкР / год, що не становить небезпеки для відвідувачів (фон м. Сімферополя дорівнює 12 – 15 мкР / год).

## РОЗДІЛ 4

### ПЕРСПЕКТИВИ ФОРМУВАННЯ ТУРИСТСЬКИХ СПЕЛЕОКОМПЛЕКСІВ В ГІРСЬКОМУ КРИМУ

#### **4.1. Перспективні райони формування спелеокомплексів Гірського Криму**

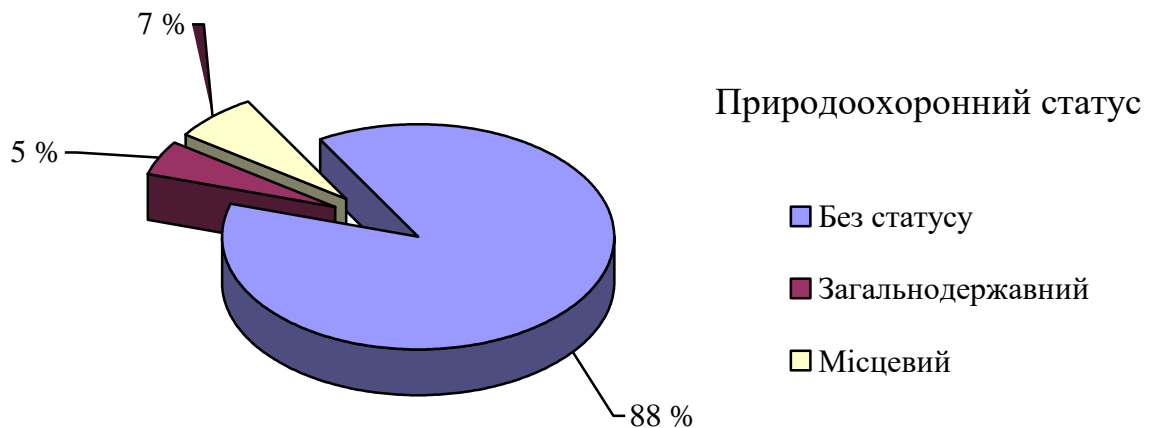
Сучасна мережа природних комплексів в Криму далеко не вичерпує сформовані потреби оптимізації природокористування. Новітні дослідження ландшафтного різноманіття і швидка деградація природних поверхневих і підземних ландшафтів під натиском господарської діяльності диктують необхідність заповідання найближчим часом кількох десятків нових природних унікалів, в тому числі, створення нових заказників, заповідників та Національних природних парків.

Незважаючи на те, що питомий показник площ природно-заповідного фонду в Криму в 2,5 рази перевищує аналогічний середній показник по Україні, він 2 рази нижче рекомендованого ООН оптимального рівня заповідної насиченості для регіонів світу [20].

В бакалаврській роботі узагальнено наявний досвід оцінок гірського масиву “Чатирдаг”, який здійснено на основі виявлення природоохоронної значимості печер та з метою оптимізації охоронних заходів, що можуть вирішувати питання щодо організації нових заповідних територій. Наприклад, оцінка карстових масивів (районів), найбільш придатних для створення спелеологічних заказників, резерватів, а в окремих випадках національних природних парків, повинна ґрунтуватися на оцінці самих спелеологічних об'єктів, розташованих в їх межах. При цьому виникає кілька варіантів визначення цінності таких територій. Методика оцінки природоохоронної значимості і визначення заповідного статусу карстових порожнин дозволяє більш об'єктивно підійти до відбору спелеологічних об'єктів, які володіють значним потенціалом різноманітних ресурсів, і в цілому сприяє розширенню мережі особливо цінних і рідкісних пам'яток і



територій, що потребують охорони. Крім того, на основі виявлення природоохоронної значимості печер і з метою оптимізації охоронних заходів можуть вирішуватися питання про організацію нових заповідних територій. Цікавим є співвідношення між печерами без статусу, печерами-пам'ятками природи місцевого та державного значення в цілому рис. 4.5, відповідно по усім масивам Криму. На Айпетринському масиві це співвідношення в відсотках становить – 88:6:6; на Ялтинському – 75:17:8; на Нікитському – 80:20:0; на Бабуганському – 94:6:0; на Чатирдагському – 90:4:6; Демерджинському – 88:0:12; на Довгоруківському – 60:23:17; на Карабійському – 90:6:4; в Східному Криму – 70:20:10; в Передгірному Криму – 96:6:4. В цілому, по Кримському півострові це співвідношення складає 83:11:6. Це свідчить про те, пронеобхідність попередньої регіональної природоохоронної оцінки карстових територій



**Рис. 4.1. Розподіл карстових порожнин Криму з різним заповідним статусом**

Ще одним критерієм, обґрунтовується створення природоохоронних територій, є щільність печер, які мають заповідний статус. За цим показником, розподіл якого представлено в таблиці 4.1, лідирує Чатирдагський масив (0,20 печер/км<sup>2</sup>). За ним слідують Айпетринський (0,13), Долгоруківський і Карабійський (по 0,12 печер/км<sup>2</sup>) масиви.

## Карстові масиви Криму спелеогічного спрямування [5]

Карстові масиви (райони)	Кількість печер		Площа масиву, км <sup>2</sup>	Коефіцієнт заповідності
	всього	заповідних*		
Айпетринський	284	16/17	238	0,14
Ялтинський	24	4/2	88	0,07
Никитський	5	1/0	46	0,02
Бабуганський	32	2/0	68	0,03
Чатирдагський	137	5/8	64	0,20
Демерджинський	16	0/2	74	0,03
Долгоруківський	35	8/6	116	0,12
Карабійський	254	15/11	214	0,12
Східний Крим	10	2/1	440	0,01
Передгірний Крим	70	3/0	508	0,01
Весь Крим	867	56/47	1858	0,06

\*в чисельнику – пам'ятки місцевого значення, в знаменнику – загальнодержавного

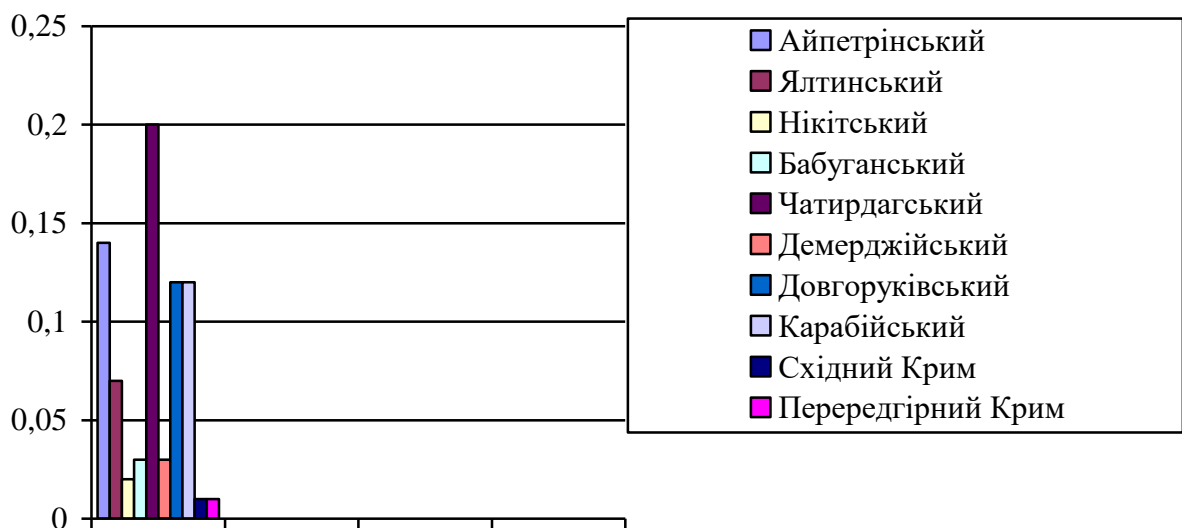


Рис. 4.2. Оцінка заповідності карстових масивів Криму

При створенні заповідних територій важливою умовою є компактність розміщення цінних об'єктів на ній, що забезпечує високу ефективність охоронних заходів та зниження фінансових витрат на їх проведення. У зв'язку з цим найбільшу цінність мають ті карстові масиви, які мають високу концентрацію заповідних об'єктів. У даному випадку таким показником виступає щільність заповідних печер. На основі даних табл. 4.1 можна зробити районування Гірського Криму щодо його заповідних масивів рис 4.3.

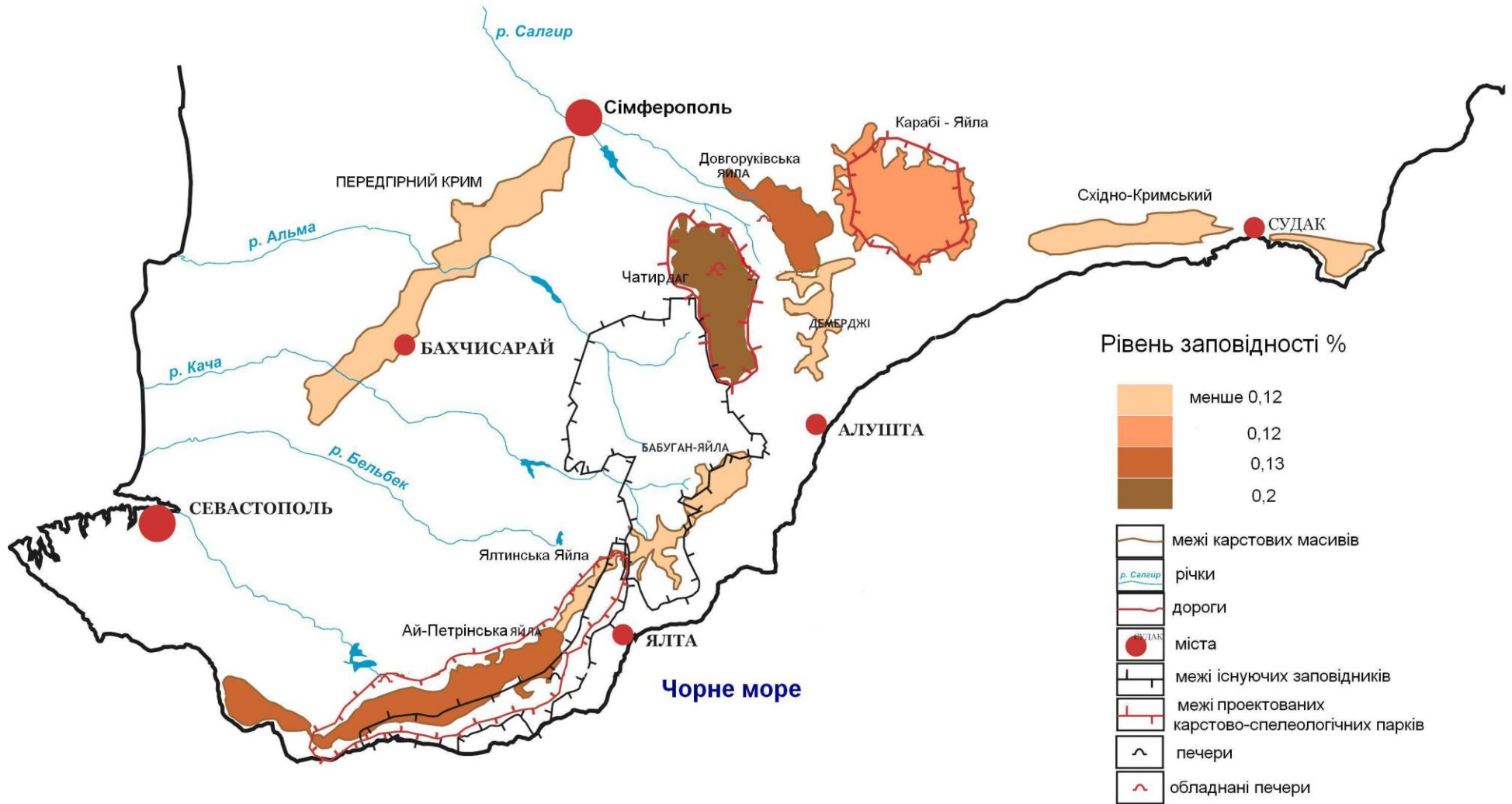


Рис. 4.3. Природоохоронне районування карстових масивів Криму [6]

З іншого боку значення заповідної території різко збільшується, якщо в її межах охороняються особливо цінні, рідкісні та унікальні об'єкти, які мають статус пам'яток природи.

Враховуючи особливе значення цих карстових масивів, пропонуються створити тут карстово-спелеологічні національні природні парки (КСНПП). Найбільш реальним об'єктом для створення КСНПП, згідно вищенаведеним розрахунками, є Чатирдагський масив.

#### **4.2. Заходи щодо обмеження впливу антропогенних чинників на підземний ландшафт проектного карстово-спелеологічного національного природного парку “Чатирдаг”**

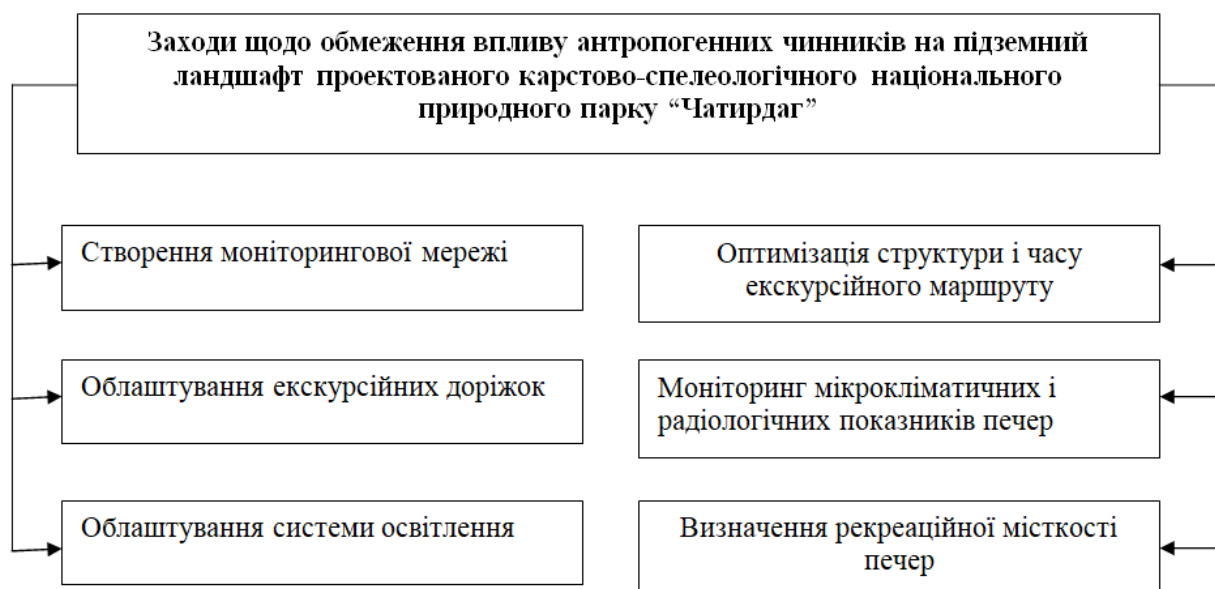
Як показано вище, в деяких печерах, особливо середньоенергетичних, вплив екскурсійної експлуатації може грати важливу роль в енергетичному балансі і приводити до істотних змін параметрів печерного середовища. Це повною мірою стосується печер “Мармурова” і “Еміне-Баїр-Хосар”. В бакалаврській роботі окреслено можливий вплив екскурсійної експлуатації карстових порожнин, який може призводити до істотних змін параметрів печерного середовища. Це повною мірою стосується печер “Мармурова” і “Еміне-Баїр-Хосар”. В контексті поданих досліджень викладено низку заходів з обмеження впливу антропогенних чинників на підземний ландшафт, які можуть успішно застосовуватися в практиці експлуатації спелеокомплексів рис. 4.4.

1. Створення моніторингової мережі спостережних станцій за зміною параметрів печерної середовища. При розробці мережі моніторингу необхідно передбачати можливість її розповсюдження на знову вводяться в експлуатацію спелеооб'єктів.

2. Для запобігання змін температури і мінералізації підземних вод, а також їх забруднення необхідно обладнання екскурсійних доріжок бортиками, заввишки не менше 7 см, що перешкоджають попаданню забруднення з

бетонної доріжки. Щотижнева обробка доріжок спеціальним дезінфікуючим розчином (формалін 10%);

3. Для обмеження привносу енергії система освітлення повинна бути розділена на підсистеми робочого та видовищного освітлення, а також на автономно керовані за допомогою інфрачервоного проміння секції. Це дозволить використовувати мінімальну кількість світильників, достатню для експозиції визначеної ділянки печери. Встановлення системи дистанційного керування світлом, за допомогою інфрачервоного проміння, в печерах комплексу є найбільш активним способом боротьби зі збільшенням кількості лампової флори. Теплове забруднення і зростання флори зменшується при розташуванні світильників на відстані не менше 1,5–2 м від стін.



**Рис. 4.4. Заходи щодо обмеження впливу антропогенних чинників на підземний ландшафт проектованого карстово-спелеологічного національного природного парку "Чатирдаг"**

4. Оптимізація структури і часу екскурсійного маршруту. Найбільш актуальна ця проблема для галереї "Тигровий хід" (печера "Мармурова"). Відкриття штучного виходу в кінці "Тигрового ходу" дозволить уникнути зворотного проходу відвідувачів і збільшити загальну пропускну здатність печери в 1,5–1,7 рази, що в свою чергу підвищить ефективність використання

спелеоресурсного потенціалу комплексу. Зниження привносу тепла в “Тигровий хід” особливо важливо у зв’язку з тим, що ця частина печери характеризується найбільш низькою енергетично, і тепловий вплив екскурсій істотно виходить за рамки природних флуктуацій. Слід зазначити, що відкриття штучного виходу може призвести до серйозних порушень печерного мікроклімату через зміну структури та активізації повітрообміну. При реалізації цього проекту обов’язково повинна бути передбачена повітрянорегулююча системаі. Ці ж заходи суттєво поліпшать ситуацію, що стосується змін концентрації CO<sub>2</sub> в повітрі печери.

5. Для підтримки існуючого режиму вологості, температури і вмісту CO<sub>2</sub> в обладнаних галереях печер необхідний підрахунок і визначення оптимальної екскурсійного навантаження для кожного екскурсійного маршруту окремо. Заміри мікрокліматичних характеристик повинні проводитися після кожного екскурсійного дня у всіх відвідуваних галереях печер.

Використовувати систему дистанційного керування світлом, періодично міняючи розташування світильників або, принаймні, змінювати напрямок пучка світла. Продовжувати спостереження за мікробіологічної обстановкою в печерах, розробляючи ефективні заходи боротьби з розвитком лампової флори.

7. Для контролю за радіометричних фоном виробляти регулярні вимірювання. Щоб уникнути техногенного забруднення необхідний контроль за дотриманням техніки безпеки при веденні технічних робіт у печерах, дотримання правил відвідання екскурсійних маршрутів.

Таким чином, наведені економічні та геоекологічні дослідження можуть розглядатися як певний досвід експлуатації туристсько-рекреаційних спелеокомплексів, який необхідно враховувати при обладнанні печер у карстових областях України.

## ВИСНОВКИ

1. Як показує аналіз світового досвіду, еталонами оптимального поєднання природоохоронного, просвітницького і комерційного використання печер, слугують ті з них, які діють у системі національних природних парків і туристсько-екскурсійних спелеокомплексів. Національні природні парки, створені на базі карстових печер можуть стати основою економічного розвитку карстових регіонів. У світі впорядковано та експлуатується понад 1000 екскурсійних печер, які щорічно відвідує понад 26 млн. чоловік. Лідером за кількістю обладнаних екскурсійних печер у світі є США, хоча спелеологія стала розвиватися тут значно пізніше ніж в інших регіонах світу.

Україна по щільності і поширенню карстових печер не поступається карстовим регіонам Європи, але в даний час в країні обладнано та експлуатується на різному технічному рівні всього 10 печер (5 із них в окупованому Криму). У зв'язку з тим, що в Україні спостерігається розвиток карстових явищ, наявність унікальних карстових об'єктів, беручи до уваги світовий досвід, необхідним є створення природоохоронних територій, зокрема карстово-спелеологічних національних природних парків.

2. Кримські гори знаходяться на півдні Кримського півострова і простягаються від мису Іллі на сході до мису Херсонес на заході. Орографічно тут чітко виділяються три гірські пасма: Головне, Внутрішнє, Зовнішнє. Досліджувана територія тектонічними рухами, річищами річок розсічена на окремі гірські масиви такими як Ай-Петрі, Ялтинську яйлу, Бабуган-яйлу, Чатир-Даг, Де-мерджі, Карабі-яйлу, що підносяться над Південним берегом Криму на 800 м.

Територія Гірського Криму є областю широкого розвитку карбонатного карсту. У Гірському Криму налічується 1045 карстових порожнин, що відносяться до 4 генетичним класів: карстово-ерозійного, карстово-гравітаційного, нівально-карстового і карстово-абразійного. За геоморфологічними характеристиками їх поділяють на колодязі, шахти,

похилі і субгоризонтальні печери, шахти каскадні, печерні системи. Різні за генезисом і морфології карстові порожнини мають свої особливості поширення у Гірському Криму і протягом більше 200 років є об'єктами природоохоронних досліджень.

3. Карстово-спелеологічний масив “Чатирдаг” має досить складний рельєф, сприятливий для розвитку таких популярних серед молоді видів спорту, як гірський туризм, скелелазіння, гірські лижі, спортивне орієнтування, парапланеризм. Його геологічні особливості сприяють розвитку спелеотуризму. Сприятливе географічне положення і наявність мережі гірських, лісових доріг на схилах дозволяють розвинути кінний спорт. Для розвитку відповідної інфраструктури доцільно поліпшити під'їзні дороги, розчистити існуючі дороги і стежки, створити гірничо-лижні траси, спорудити кемпінги, притулки, підйомники, обладнання печер тощо.

В межах досліджуваного гірського масиву створено туристично-екскурсійний спелеокомплекс “Печера Мармурова”, який має функціональне зонування. Тут виокремлено зони заповідну й рекреаційного використання, територію для проведення екскурсій (екскурсійну трасу), а також ключові точки моніторингових спостережень.

Відповідно до Закону України “Про природно-заповідний фонд України” для раціонального використання територій національних природних парків доцільно здійснювати їх функціональне зонування. Тобто під час створення проєктованого парку першочерговим завданням є встановлення диференційованого режиму охорони і використання карстово-спелеологічних об'єктів на основі проведення комплексних геоecологічних досліджень шляхом проведення функціонального зонування. На сьогоднішній день існує проєктоване зонування цієї території, зокрема:

Заповідна зона призначається для охорони та вивчення карстових ландшафтів, карстових порожнин або їх частин. Доцільність встановлення заповідної зони з режимом природного заповідника тільки в надрах карстового масиву, пояснюється особливостями карстових порожнин як



геолого-геоморфологічних утворень підземного простору. Поширюючись на кілометри, вони можуть переходити під землею з однієї поверхневої зони в іншу.

Зона регульованої рекреації має підвищений рівень охорони і обмеження щодо здійснення рекреаційної діяльності в порівняно із подібними зонами національних парків. Це пояснюється сильною вразливістю карстових геосистем, при посиленні антропогенного навантаження, що приводить до швидкої деградації підземних карстових об'єктів та забруднення підземних карстових вод та вод карстових джерел. Поверхневі та підземні туристські маршрути повинні мати спеціальне обладнання, що запобігатиме зміні параметрів мікроклімату і погіршення якості карстових вод.

Загалом проектування печерних комплексів необхідно вести із урахуванням світових стандартів. Зона стаціонарної рекреації призначена для розміщення готелів, кемпінгів, притулків тощо, необхідних для обслуговування відвідувачів парку. Подібні об'єкти необхідно виносити за межі карстових порід. Об'єкти стаціонарної рекреації, що споруджуються в межах закарстованої території, повинні забезпечуватися протифільтраційним екранами, що перешкоджатимуть забрудненню підземних вод. У цій зоні можуть розміщуватися адміністративно-науковий комплекс, будівлі музеїв.

Господарська зона повинна бути винесена за межі карстових територій. У її межах проводиться господарська діяльність, спрямована на виконання покладених на парк завдань, з урахуванням встановлених природоохоронних норм.

4. В бакалаврській роботі узагальнено наявний досвід оцінок гірського масиву “Чатирдаг”, який здійснено на основі виявлення природоохоронної значимості печер. Результати такого оцінювання можуть вирішувати питання щодо організації нових заповідних територій. Наприклад, оцінка карстових масивів (районів), найбільш придатних для створення спелеологічних заказників, резерватів, а в окремих випадках національних природних парків, повинна ґрунтуватися на оцінці самих спелеологічних об'єктів, розташованих

в їх межах. При цьому виникає кілька варіантів визначення цінності таких територій.

Цікавим є співвідношення між печерами без статусу, печерами-пам'ятками природи місцевого та загальнодержавного значення в цілому відповідно по усім масивам Криму. На Айпетринському масиві це співвідношення в відсотках становить – 88:6:6; на Ялтинському – 75:17:8; на Нікитському – 80:20:0; на Бабуганському – 94:6:0; на Чатирдагському – 90:4:6; Демерджинському – 88:0:12; на Довгоруківському – 60:23:17; на Карабійському – 90:6:4; в Східному Криму – 70:20:10; в Передгірному Криму – 96:6:4. В цілому, по Кримському півострові це співвідношення складає 83:11:6. Це свідчить про необхідність попередньої регіональної природоохоронної оцінки карстових територій

При створенні охоронюваних заповідних територій важливою умовою є компактність розміщення цінних об'єктів на ній, що забезпечує високу ефективність охоронних заходів та зниження фінансових витрат на їх проведення. У зв'язку з цим найбільшу цінність мають ті карстові масиви, які мають високу концентрацію заповідних об'єктів. У даному випадку таким показником слугує щільність заповідних печер. З іншого боку значення заповідної території різко збільшується, якщо в її межах охороняються особливо цінні, рідкісні та унікальні об'єкти, які мають статус пам'яток природи.

Отже, одним із критеріїв, створення карстово-спелеологічних національних природних парків є щільність печер, які мають заповідний статус на одиницю площі. Результати такого оцінювання представлено на слайді 7, де лідирує Чатирдагський масив (0,20 печер/км<sup>2</sup>). За ним слідують Айпетринський (0,13), Долгоруківський і Карабійський масиви (по 0,12 печер/км<sup>2</sup>). Таким чином Карстовий масив Чатир-Даг має усі передумови для створення в його межах національного природного парку.

В бакалаврській роботі окреслено можливий вплив екскурсійної експлуатації карстових порожнин, який може призводити до істотних змін

параметрів печерного середовища. Це повною мірою стосується печер Мармурова і Еміне-Баїр-Хосар. В контексті поданих досліджень викладено низку заходів щодо обмеження впливу антропогенних чинників на підземний ландшафт, які можуть успішно застосовуватися в практиці експлуатації спелеокомплексів, зокрема створення моніторингової мережі, облаштування екскурсійних доріжок і системи освітлення, оптимізація структури і часу екскурсійного маршруту, моніторинг мікрокліматичних та радіологічних показників печер, визначення науковообґрунтованої їх рекреаційної місткості.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Байрак Г. Методи геоморфологічних досліджень: навч. посібник / Галина Байрак. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 292 с.
2. Байтеряков О. З., Губарева О. І. Нові тенденції у розвитку спелеотуризму в Україні. Мелітополь, 2006. С. 203–206.
3. Бачинський Г. О., Дублянський В. М. Палеозоологічна характеристика деяких глибинних карстових порожнин Гірського Криму. Зб. праць зоологічного музею. Київ: Наукова думка, 1962. № 31. С. 43–51.
4. Бачинський Г. О., Дублянський В. М. Нові знахідки викопних хребетних в глибинних карстових порожнинах Гірського Криму. Екологія та історія хребетних фауни України. Київ: Наук. думка, 1966. С. 110–117.
5. Бортник С. Ю., Гриценко В. П., Іванік О. М. та ін. Геологічні та геоморфологічні пам'ятки України / За ред. В. В. Стецюка. Київ: Логос, 2020. 500 с.
6. Вахрушев Б. О. Карстовий геоморфогенез Кримсько-Кавказького гірсько-карстового регіону: дис... д-ра геогр. наук: 11.00.04 / НАН України; Інститут географії. Київ, 2004.
7. Вахрушев Б.О., Топоркова К.О. Деякі питання наукової концепції ландшафту у карстознавстві. Ландшафт як інтегруюча концепція ХХІ сторіччя: Збірник наукових праць. Київ: Київський університет ім. Т. Шевченка, 1999. С.119–122.
8. Вахрушев Б. О., Топоркова Е. А. Узагальнення світового досвіду по створенню та функціонуванню карстово-спелеологічних Національних парків і туристсько-екскурсійних спелеокомплексів карстових ландшафтів. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського. Серія: Географія. Вінниця, 2001. Вип. II. С. 24–31.
9. Вахрушев Б. О. Регіональні проблеми геоекологічного вивчення карсту Криму. Регіональні екологічні проблеми. Київ: Обрії, 2002. С.50–52.
10. Дублянський В. М. Печери Криму та деякі питання їх охорони. Охороняйте рідну природу. Київ: Урожай, 1967. № 5. С. 30–37.

11. Дублянський В. М. Описи карстових порожнин Криму. Геогр. енциклопедія України, Т. 2. З–О. Київ: УРЕ, 1990. 450 с.
12. Дублянський В. М. Описи карстових порожнин Криму. Геогр. енциклопедія України, Т. 3. П–Я. Київ: УРЕ, 1993. 484 с.
13. Дублянський В. М., Радзієвський О. В., Черниш І. В. Розвиток спелеології на Україні. Охороняйте рідну природу. Вип. 4. Київ: Урожай, 1965. С. 204–223.
14. Климчук А.Б. Спелеогенезис в артезіанських умовах. Світ: Вістник Київського карстово-спелеологічного центру. 1992. №3 (5). 7–13.
15. Корженівський Б. О. Районування карсту України. 1970. № 4. С. 20–23.
16. Лук'яненко К. О. Визначення впливу техногенного навантаження на підземний ландшафт туристсько-екскурсійного спелеокомплексу “Печера Мармурова” в Гірському Криму. Регіональні екологічні проблеми: Збірник наукових праць. Київ: ВГЛ Обрії, 2002. С.184–186.
17. Лущик А. В., Шутов Ю. І. Регіональний прогноз можливого розвитку карсту під впливом техногенної діяльності на території України. Інформаційний бюлетень Регіональні інженерно-геологічні умови території України. Київ: Геоінформ, 1997. Вип. 1. С. 65–71.
18. Національний атлас України. [Електронний ресурс]. Інститут географії, Інтелектуальні системи ГЕО, Українське відділення Світового центру даних. URL: <http://wdc.org.ua/atlas/default.html>
19. Пашенко В. М. Гуманістичність екомережі: географічний аспект. Український географічний журнал 2004. № 3. С. 29–35.
20. Природно-заповідний фонд України: території та об'єкти загальнодержавного значення. Київ: ТОВ “Центр екологічної освіти та інформації”, 2009. 332 с.
21. Пясецька С. І. Комплексний аналіз природно-гідрокліматичних умов західної частини Кримських гір: дис. ... канд. геогр. умов: 11.00.01. Укр. наук.-дослід. гідрометеоролог. ін-т . Київ, 2004. 261 с.

22. Рельєф України / Б. О. Вахрушев, І.П. Ковальчук, О.О. Комлєв та ін. / За заг. ред. В.В. Стецюка. Київ: Слово, 2010. 688 с.
23. Стецюк В. В., Ковальчук І. П. Основи геоморфології: Навч. посіб. / За ред. О. М. Маринича. Київ: Вища школа, 2005. 495 с.
24. Шутов Ю. І. Опис карстових порожнин Криму. Географічна енциклопедія України, Т. 1. А-Ж. Київ: УРЕ, 1989. 484 с.
25. Шутов Ю. І. Опис карстових порожнин Криму. Геогр. Енциклопедія України, Т. 2. З-О. Київ: УРЕ, 1990. С. 220.
26. Andrea J. Hunter, Diana E. Northup, Clifford N. Dahm, and Penelope J. Boston - Persistent coliform contamination in Lechuguilla cave pools. *Journal of Cave and Karst Studies*, v. 66, no. 3, p. 102-110.
27. Baryshnikov G. Late Pleistocene arctic (*Alopex lagopus*) from Crimea, Ukraine // *Quaternary International*, 142-143. 2006. P. 208–217
28. Burke A. Kabazi V: Faunal exploitation at a Middle Paleolithic Rockshelter in Western Crimea // V.Chabai and K.Monigal (eds.) *The Paleolithic of Crimea. The Middle Paleolithic of Western Crimea. Études et Recherches Archéologiques de L'Université de Liège* 87, 1999b. Vol. 2. P. 29–39.